



УДК 597.2.5
<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.44.53>

Первые сведения о биологии сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* Курейского водохранилища

С. О. Зотов¹, И. В. Зуев², Ю. К. Чугунова^{1*}

¹Красноярский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, г. Красноярск, Россия

²Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия
E-mail: szotov-bb18@stud.sfu-kras.ru

Аннотация. Исследованы биологические показатели (линейно-весовой рост и плодовитость) сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* Vallenciennes, 1848 из замкнутой популяции Курейского водохранилища в бассейне нижнего течения р. Енисей. Оценена размерная структура популяции, вычислены параметры регрессионных уравнений, связывающих линейные размеры и массу тела, определён темп роста и размерный потенциал рыб из популяции. Обсуждается возможное влияние на рост высокой заражённости ряпушки в водохранилище цестодами. Впервые представлены биологические характеристики сибирской ряпушки на ранних этапах роста. Описана возрастная структура популяции, вычислены сроки наступления половозрелости и показатели индивидуальной плодовитости.

Ключевые слова: *Coregonus sardinella*, Курейское водохранилище, бассейн р. Енисей, линейно-весовые показатели, скорость роста, склериты.

Благодарности: Авторы благодарны Г. И. Богдановой за помощь в определении возраста ряпушки и Н. О. Яблокову за помощь в оформлении картографического материала.

Для цитирования: Зотов С. О., Зуев И. В., Чугунова Ю. К. Первые сведения о биологии сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* Курейского водохранилища // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2023. Т. 44. С. 53–67. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.44.53>

Research article

First Data on the Biology of Least Cisco (*Coregonus sardinella* Vallenciennes, 1848) from the Kureyskoye Reservoir (Yenisey River Basin, East Siberia)

S. O. Zotov¹, I. V. Zuev², Yu. K. Chugunova^{1*}

¹Krasnoyarsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Krasnoyarsk, Russian Federation

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract. Nine large hydroelectric power plants have been put into operation within the Yenisey River basin, with two of them, Kureyskaya and Ust-Khantayskaya, located beyond the Arctic Circle. The Kureyskoye reservoir is a canyon-type reservoir with low temperatures, high flow rate and a

distinctive oxygen regime. The main objective of this work is to perform stock assessment of the least cisco near the dam of the Kureyskoye Reservoir. In this research, biological stock characteristics of least cisco at the early stages of growth are presented for the first time. A sample of 199 individuals of least cisco was used. Fish were collected in July 2013, and in October-November 2016, 2018, 2019 in the water intake of the Kureyskaya dam, located in the southwestern part of the Kureyskoye Reservoir. The following stock characteristics were studied for the captured least cisco individuals: total length (TL, mm), fork length (FL, mm), standard length (SL, mm), body weight (W, g), sex, age of maturity. To determine the age of the fish, scales were used, selected on the part of the body between the lateral line and the dorsal fin, to count the number of sclerites in the annual rings. Individual absolute (IAF) and relative fertility (IRF) were evaluated by the volume-weight method for 20 females captured in 2019. The results of determining the age of fish were used to calculate the parameters of the von Bertalanfi growth equation. All statistical calculations were carried out in the R 4.2.3 environment using the FSA package (Ogle, 2016). The asymptotic length (FL_{inf}), calculated with the von Bertalanfi equation, is 177.08 ± 2.18 , K (growth rate) = 1.19 ± 0.14 ; $t_0 = 0.22 \pm 0.07$. The studied least cisco becomes sexually mature at the age of 4.37 ± 0.69 years. The individual absolute fertility (IAF) of the least cisco varies between 3031-7244 eggs, for which the mean is 5369 ± 1007 . Individual relative (IRF) fertility varies from 59 to 117, on average 89 ± 15 eggs per 1 g of female weight. Thus, the modern population of least cisco in the Kureyskoye Reservoir is characterized by a lower growth rate than in similar reservoirs, and in comparison with river forms. The existing growth rate makes it possible for fish to potentially reach sizes up to 17 cm, but the real population is mainly represented by fish of small size groups. Fertility indicators are within the limits for similar populations of the Siberian canyon-type reservoirs.

Keywords: *Coregonus sardinella*; Kureyskoye Reservoir; Yenisey River basin; length-weight relationship; growth rate; sclerite.

For citation: Zotov S.O., Zuev I.V., Chugunova Yu.K. First Data on the Biology of Least Cisco (*Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848) from the Kureyskoye Reservoir (Yenisey River Basin, East Siberia). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2023, vol. 44, pp. 53-67. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.44.53> (in Russian)

Введение

Бассейн р. Енисей является одной из наиболее фрагментированных речных систем мира [Dynesius, Nilsson, 1994]. В пределах бассейна запущены в эксплуатацию девять крупных гидроэлектростанций, причём две из них, Курейская и Усть-Хантайская, расположены за чертой Северного полярного круга [Савкин, 2000, Экологические изменения ... , 2000]. В силу труднодоступности степень изученности и промыслового освоения рыбной части сообществ арктических водохранилищ до настоящего времени остается невысокой.

В отличие от относительно мелководного и широкого Хантайского водохранилища, Курейское представляет собой водоём каньонного типа [Вышегородцев, Заделёнов, 2013]. В ходе его формирования предполагалось, что низкие температуры, высокая проточность и кислородный режим нового водоёма останутся благоприятны для сиговых рыб, являвшихся основой промысла в р. Курейке до её зарегулирования [Попов, 1980]. Однако в настоящее время абсолютными доминантами в водохранилище стали щука, плотва и окунь, тогда как сиговые единично встречаются только в его нижней части [Современная характеристика массовых ... , 2020].

Одной из вероятных причин снижения численности полупроходных видов сиговых могло стать блокирование их миграционного коридора плотинной ГЭС. В бассейне р. Курейки к мигрирующим сиговым относится сибирская ряпушка (*Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848), массовый вид рыб в

водных объектах п-ова Таймыр [Романов, Тюльпанов, 1985; Попов, 2015]. Ранее в пределах бассейна изучались формы ряпушки из озёр Усть-Эндэ и Ядун [Сиделев, 1981], однако описания биологии вида непосредственно из р. Курейки отсутствуют. В результате репродуктивной изоляции возможно формирование популяции с уникальными биологическими характеристиками, обусловленными развитием морфологических различий изолированных популяций [Никулина, 2020].

В ходе мониторинговых исследований Курейского водохранилища в 2013–2019 гг. нами отмечены скопления разновозрастных особей сибирской ряпушки в приплотинном районе. Поскольку современные исследования сиговых в бассейне р. Енисей основаны преимущественно на анализе нерестовых популяций, анализ выборок, включающих рыб ранних возрастных классов, представляет значительный интерес. Целью настоящей работы является анализ ключевых биологических показателей сибирской ряпушки из нижней части Курейского водохранилища.

Материалы и методы

Отлов ряпушки проводили в июле 2013 г. и в октябре – ноябре 2016, 2018, 2019 гг. в юго-западной части Курейского водохранилища (N 66°56'47" E 88°20'33") (рис. 1) в водоприёмнике Курейской ГЭС. Для сбора ихтиологического материала использовали сачок диаметром 50 см с размером ячеи 10 мм.

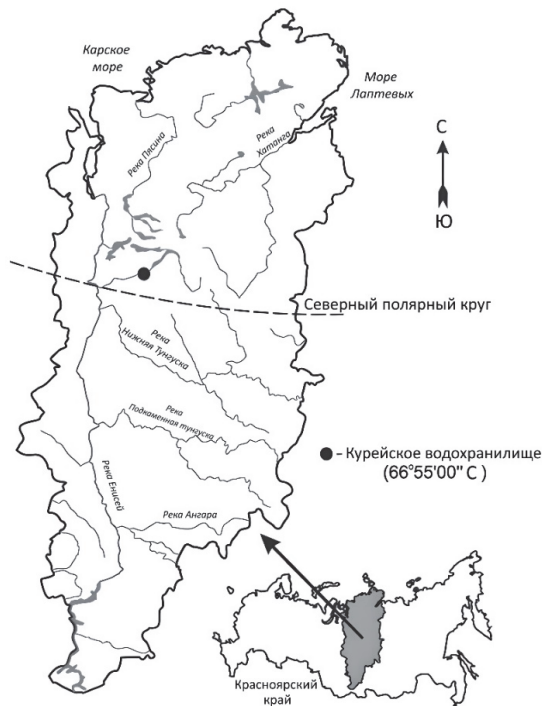


Рис. 1. Карта-схема района исследований

В работе использована выборка из 199 экз. ряпушки. После отлова рыба фиксировалась 10%-ным формалином. В лабораторных условиях измерялись абсолютная длина тела (TL , мм), длина тела по Смитту (FL , мм), промысловая длина (SL , мм), масса тела (W , г). Пол и стадию развития половых продуктов определяли по 6-балльной шкале И. Ф. Правдина [1966]. Индивидуальная абсолютная (ИАП) и относительная (ИОП) плодовитость оценивались объёмно-весовым методом на 20 самках, отловленных в 2019 г.

Для определения возраста рыб использовалась чешуя, отобранная на участке тела между боковой линией и спинным плавником. Часть чешуи использовали для подсчёта числа склеритов в годовых кольцах согласно алгоритму, описанному И. В. Зуевым с соавторами [Особенности строения ... , 2021].

Для оценки взаимосвязи трёх длин тела ряпушки (TL , FL , SL) использовали уравнения линейной регрессии. Для анализа зависимости W от FL использовали степенное уравнение [Froese, 2006] в его логарифмической форме

$$\log^{10} W = \log^{10} a + b \cdot \log^{10} FL,$$

где a и b – коэффициенты линейной регрессии.

Результаты определения возраста рыб использовали для расчёта параметров уравнения роста фон Берталанфи [Pauly, 1980]:

$$FL_t = FL_{inf} \cdot (1 - e^{-K(t-t_0)}),$$

где FL_t – длина тела по Смитту в момент времени t ; FL_{inf} – предельная теоретическая длина по Смитту; K – скорость роста; t – возраст (лет); t_0 – теоретический возраст рыбы при длине, равной 0.

Дополнительно использовалась нелинейная логистическая регрессия для моделирования изменения соотношения незрелых и зрелых особей относительно длины тела согласно уравнению

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b+aFL)}},$$

где a и b – коэффициенты нелинейной регрессии, FL – длина тела по Смитту, p – доля созревших особей [FishBase Book, 2023].

Возраст наступления половой зрелости устанавливался с помощью обратного уравнения Берталанфи [FishBase Book, 2023]:

$$t_m = t_0 - \ln(1 - FL_{50} / FL_{inf}) / K.$$

Все статистические расчёты проводились в среде R v. 4.2.3. Для оценки параметров уравнения фон Берталанфи использовался пакет FSA v.0.9.5 [Ogle, 2016].

Результаты

За весь период исследований в уловах отмечены особи ряпушки с диапазоном длины тела по Смитту от 84 до 196 мм и массой от 4 до 76 г. Размерный состав рыб в уловах 2013, 2018 и 2019 гг. сходен, в 2016 г. основу выборки составили особи минимальных размеров (рис. 2). Единично такие рыбы также присутствовали в пробах 2018–2019 гг.

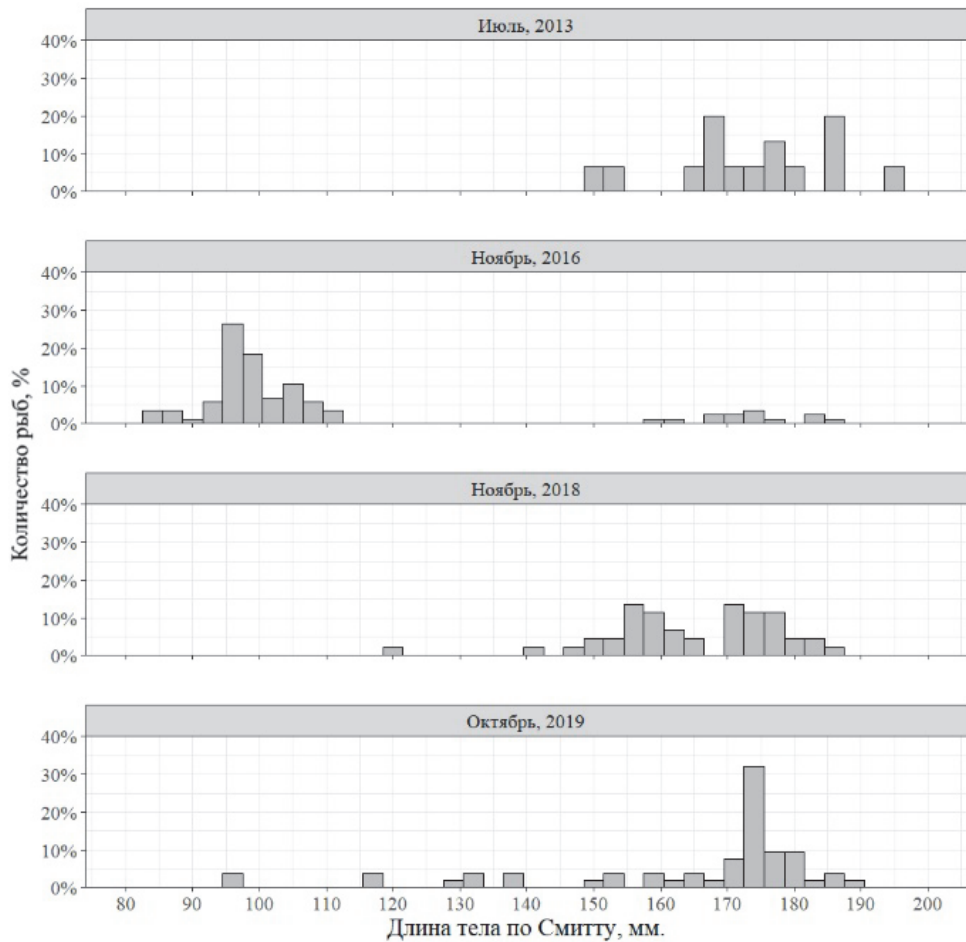


Рис. 2. Распределение сибирской ряпушки из Курейского водохранилища по длине тела по Смитту (по данным уловов 2013, 2016, 2018 и 2019 гг.)

Рассчитанные коэффициенты регрессионных уравнений между тремя вариантами линейных размеров ряпушки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры регрессионных уравнений связи линейных размеров и массы тела сибирской ряпушки из Курейского водохранилища

Уравнение	<i>a</i>	<i>CI</i> _{95%} <i>a</i>	<i>b</i>	<i>CI</i> _{95%} <i>b</i>	<i>R</i> ²
$TL = a + b \cdot FL$	-0,96	-0,60...-1,32	1,13	1,00-1,26	0,99
$SL = a + b \cdot FL$	-1,64	-1,19...-2,09	0,94	0,80-1,08	0,97
$W = a \cdot FL^b$	$1,33 \cdot 10^{-6}$	$1,21 \cdot 10^{-6} - 1,44 \cdot 10^{-6}$	3,38	3,34-3,49	0,95

Максимальная и промысловая длина тела связаны с длиной тела по Смитту линейной зависимостью с высокой степенью детерминации ($R^2 = 0,97-0,99$). Вычисленные коэффициенты уравнений позволяют делать пересчёт различных показателей роста при наличии только одного промера. Зависимость между параметрами длины по Смитту и массой тела также имеет высокую степень детерминации. Связь показателей имеет аллометрическую зависимость, коэффициент b статистически значимо превышает 3 (см. табл. 1). При этом графический анализ связи длины и массы тела показывает два относительно различных фрагмента связи. До 14 см связь параметров имеет изометричный характер, однако далее скорость набора массы резко увеличивается (рис. 3).

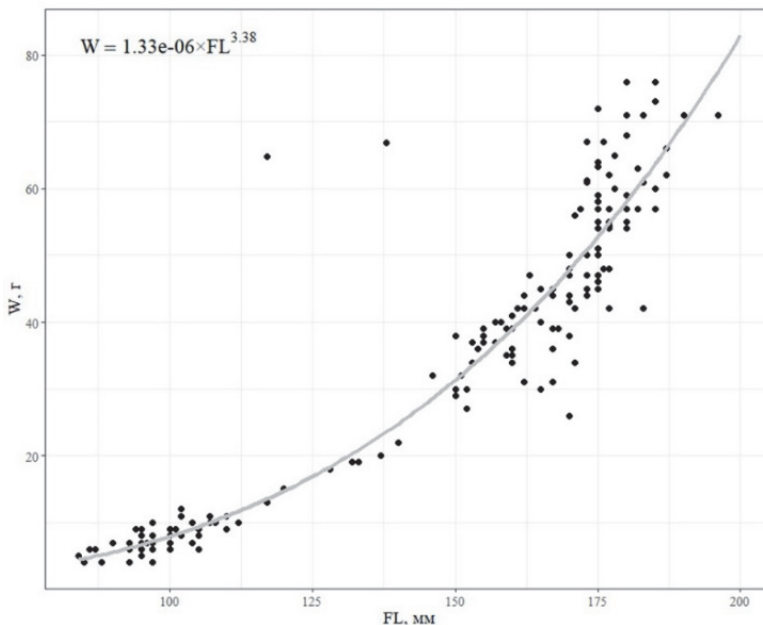


Рис. 3. Зависимость массы тела W от длины по Смитту FL сибирской ряпушки из Курейского водохранилища (по данным уловов 2013, 2016, 2018, 2019 гг.)

На чешуе ряпушки отмечены относительно хорошо различимые годовые метки (рис. 4). Первая метка закладывается на границе 16–21-го склерита (в среднем 19,3), последующие годовые зоны имеют значительно меньше элементов (в среднем 7–12 склеритов). Стоит отметить, что результат подсчёта числа склеритов зависит от выбранной проекции подсчёта. Проекция, связанная с карманом чешуи, даёт минимальное число склеритов, в этом секторе годовые кольца не выделяются. Увеличение количества склеритов в иных секторах происходит за счёт раздвоения некоторых склеритов в районе годовых меток. Уже к октябрю в краевом приросте закладывается окончательное количество склеритов, соответствующее законченному годовому кольцу года. В ноябре число склеритов в краевой зоне уже не увеличивается.

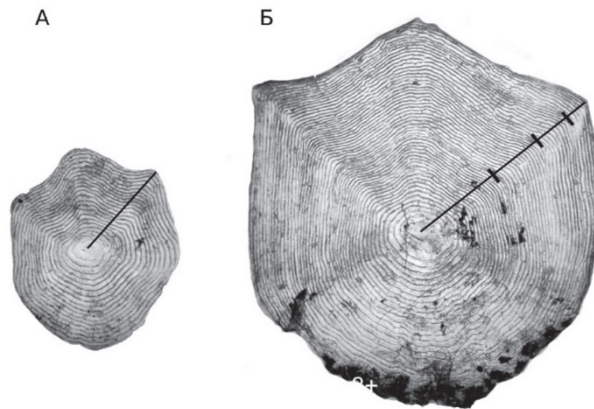


Рис. 4. Чешуя сибирской ряпушки из Курейского водохранилища. А – неполовозрелая особь, 0+ лет ($FL = 95$ мм, ноябрь, 2016); Б – самка, 3+ лет ($FL = 175$ мм, октябрь, 2019). Линия указывает проекцию, по которой проводился подсчёт склеритов

В уловах представлены рыбы пяти возрастных групп от 0 до 4 лет. При оценке параметров уравнения роста возраст сеголеток (0+), отловленных в июле, оценивали в 0,58, в октябре – 0,83, в ноябре – 0,91. Наиболее многочисленная группа в уловах – сеголетки (рис. 5). Соотношение самцов и самок варьировало по группам, однако в целом близко к 1:2.

Вычисленная асимптотическая длина FL в уравнении Бергаланфи (рис. 6) составила $177,08 \pm 2,18$; скорость роста $K = 1,19 \pm 0,14$; $t_0 = 0,22 \pm 0,07$. Наибольший прирост линейных размеров наблюдался на первом году жизни, что также отмечено при анализе прироста склеритов.

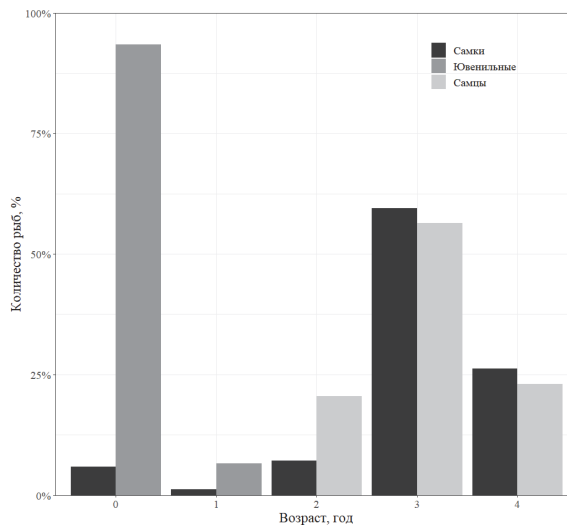


Рис. 5. Половой и возрастной состав сибирской ряпушки в уловах из Курейского водохранилища (по данным 2013, 2016, 2018, 2019 гг.)

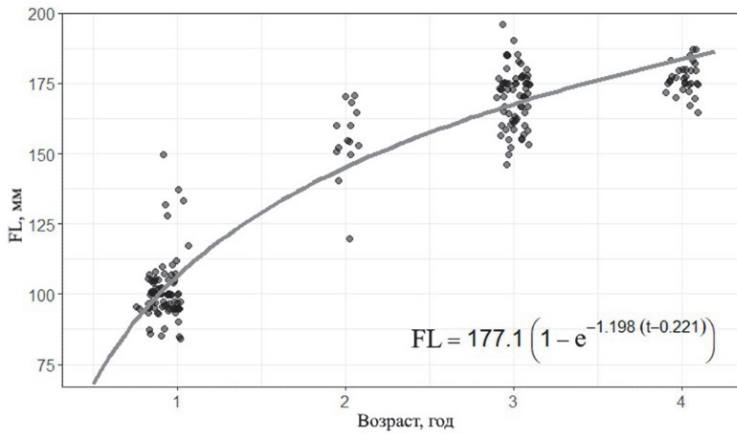


Рис. 6. Кривая асимптотического роста сибирской ряпушки из Курейского водохранилища (по данным уловов 2013, 2016, 2018, 2019 гг.)

По полученным данным о состоянии гонад у исследуемых особей разного размера построена логистическая модель (рис. 7) с параметрами $a = 0,09 \pm 0,02$ и $b = -16,51 \pm 3,34$. Длина тела, при которой у половины особей наступает половая зрелость, составляет $124,13 \pm 13,28$ мм. Данным размерам, согласно обратному уравнению Берталанфи, соответствует возраст $4,37 \pm 0,69$ года. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) ряпушки варьирует в пределах 3031–7244 шт. икринок, в среднем составляя 5369 ± 1007 шт. Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) – от 59 до 117, в среднем 89 ± 15 шт./г. Статистически значимой зависимости между плодовитостью и линейными размерами FL не наблюдается ($R^2 < 0,5$).

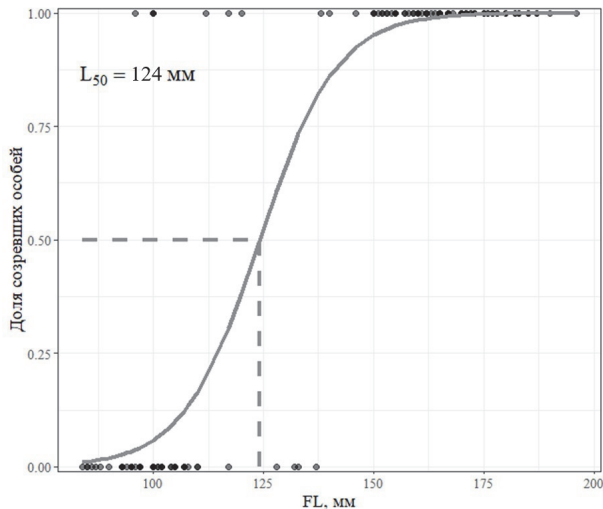


Рис. 7. Регрессионная кривая зависимости доли половозрелых особей от длины тела по Смитту FL у сибирской ряпушки из Курейского водохранилища (по данным уловов 2013, 2016, 2018, 2019 гг.)

Обсуждение

Основными параметрами, характеризующими популяцию промыслового вида рыб и дающими основу для оценки перспектив её рыбохозяйственного использования, являются половая и возрастная структура, время полового созревания, скорость роста и показатели плодовитости. Данные показатели связаны между собой и зависят как от условий обитания, так и от интенсивности эксплуатации конкретной популяции [Никольский, 1974].

Объём собранного материала и способ отлова рыб не позволяют утверждать, что возрастная структура ряпушки в приплотинном районе Курейской ГЭС будет аналогична таковой в изученной выборке, однако даёт ценную информацию о местах концентрации ряпушки младших возрастных групп (0–2 года). Усилия большинства исследователей, изучающих данный вид, напротив, ориентированы на мигрирующие нерестовые стада [Размерно-возрастная структура ... , 2022 ; Яблоков, Криволицкий, Клундук, 2023], которые не включают молодых особей.

В Енисейском бассейне сибирская ряпушка представлена двумя полупроходными формами – карской и туруханской [Боброва, 1958; Устюгов, 1972]. Последняя более распространена по Енисею, и, очевидно, до сооружения плотины ГЭС именно она поднималась по р. Курейке. Зарегулирование реки изолировало ряпушек верхнего бьефа в водном объекте озёрного типа, о чём свидетельствует особенный гаплотип популяции, не встречающийся в прочих водоёмах [Никулина, 2020].

Скорость роста сибирской ряпушки может существенно различаться в водоёмах разного типа и позволяет выделять быстро- и медленно растущие популяции [Ольшанская, 1967; Потапова, 1978; Никулина, 2020]. Большой скоростью роста, как правило, характеризуются речные популяции. Сравнительный анализ роста исследованной ряпушки в Курейском водохранилище позволяет отнести её именно к медленно растущим озёрным формам (табл. 2). В возрасте 4+ лет при резком замедлении соматического роста она уступает в размерах рыбам и из речной популяции в Енисее, и из оз. Собачье и Хантайского водохранилища. Вместе с тем присутствие в выборке единичных особей более крупного размера (см. рис. 6) может свидетельствовать о смешении рыб обеих форм в приплотинном районе Курейской ГЭС.

Низкая скорость роста ряпушки из Курейского водохранилища может быть обусловлена комплексом причин. Водоохранилище имеет каньонный тип с низкой долей мелководий, поэтому ряпушка практически не имеет биотопов для нагула и нереста. К тому же водохранилище характеризуется низкими количественными показателями зоопланктона и зообентоса, которые, очевидно, являются основными кормовыми объектами вида [Заделёнов, Клеуш, Чугунова, 2013]. В ходе формирования водохранилища в зону затопления попал лес с торфянистыми грунтами, что могло повлиять на химизм вод и создать неблагоприятные условия для воспроизводства ряпушки.

Снижение промысловой смертности популяции обуславливает рост численности, что приводит к повышению внутривидовой конкуренции и уменьшению скорости роста [Боровикова, Малин, 2020]. Данный фактор

может быть значим для исследуемой ряпушки, поскольку в приплотинной части Курейского водохранилища из-за слабой пригодности для промышленного лова промысел вида не ведётся [Никулина, 2020].

Таблица 2

Биологические показатели сибирской ряпушки
из водоёмов бассейнов рек Енисей и Пясины

Возраст, лет	Водный объект									
	Курейское водохранилище [данные авторов]		Хантайское водохранилище [Романов, 2001]		оз. Хантайское [Никулина, 2020]		р. Енисей [Никулина, 2020]		оз. Собачье [Никулина, 2020]	
	FL, мм	Масса, г	FL, мм	Масса, г	FL, мм	Масса, г	FL, мм	Масса, г	FL, мм	Масса, г
0+	77	3	–	–	–	–	–	–	109	11
1+	107	10	–	–	–	–	–	–	124	18
2+	156	34	–	–	–	–	–	–	144	25
3+	171	47	172	49	–	–	184	60	156	38
4+	175	51	205	88	156	33	188	62	210	76
5+	177*	52*	222	116	176	47	195	65	228	95
6+	177*	53*	229	130	203	74	205	71	237	109

* – Реконструированы по уравнению роста Бергаланфи.

Смена речного биотопа на озёрный привела к увеличению заражённости ряпушки цестодой *Triaenophorus crassus* Forel, 1868, для которой исследуемый вид является вторым промежуточным хозяином. Максимальная заражённость гельминтами отмечалась для рыб в возрасте 3+ и 4+ [Чугунова, 2019]. Высокая численность плероцеркоидов *T. crassus* в мускулатуре ряпушки может негативно влиять на темп её роста, что согласуется с полученными результатами.

Несмотря на снижение темпов ростовых процессов ряпушки, не наблюдается выраженного смещения возраста наступления половой зрелости. Согласно нашим расчётам возраст, при котором созревают 50 % самок ряпушки, составляет 4,37 года. Литературные данные по популяциям ряпушки из бассейна Енисея свидетельствуют о наступлении половой зрелости в возрасте 3–4 года [Никулина, 2020]. Более корректные сравнения этих показателей невозможны из-за отсутствия в публикациях сведений о соотношении особей с разной степенью зрелости по каждой из возрастных групп.

Анализ изменчивости показателя ИАП ряпушки в енисейском бассейне показывает, что плодовитость озёрных форм в Хантайской гидросистеме выше, чем у полупроходной формы из основного русла Енисея (табл. 3). Показатели исследованной нами ряпушки Курейского водохранилища также подтверждают эту закономерность. В аналогичных возрастных группах ИАП здесь выше, чем в Енисее. Значительно более высокие показатели ИАП у полупроходной ряпушки из р. Хатанги обусловлены прежде всего большими размерами особей в нерестовом стаде, при этом ИАП аналогична таковой для ряпушки из Курейского водохранилища.

Таблица 3

Показатели плодовитости сибирской ряпушки
из водоёмов бассейна рек Енисей и Хатанга

Водоём	Показатели плодовитости	
	ИАП	ИОП
Курейское водохранилище [данные авторов]	<u>5369</u> 3031–7244	<u>89</u> 59–117
Хантайское водохранилище [Романов, 1985]	<u>6090</u> –	<u>59</u> –
Оз. Хантайское [Романов, 1985]	<u>9790</u> –	<u>135</u> –
р. Енисей [Никулина, 2020]	<u>3872</u> 1700–8500	<u>59</u> 25–89
р. Енисей, 4+ лет [Яблоков, Криволицкий, Клундук, 2023]	<u>2500–4600</u> 1000–7400	–
р. Хатанга [Будин, 2022]	<u>13 400</u> 4600–36 700	<u>88</u> 38–172

Примечание: над чертой – средние значения, под чертой – пределы варьирования. Знак «–» – данные отсутствуют.

Заключение

Приплотинный район Курейской ГЭС в летне-осенний период является местом концентрации ранних и средневозрастных особей сибирской ряпушки, где самки численно преобладают среди впервые созревающих рыб. Начало периода резкого замедления скорости соматического роста приходится на время массового созревания рыб (4+). Предельные теоретические размеры *FL* большинства особей ограничены 18 см. Показатели роста позволяют отнести исследованную популяцию к медленнорастущим озёрным формам вида. Современная перспектива освоения данной популяция невысока в силу труднодоступности района, низких показателей роста и снижающей привлекательность для промысла высокой заражённости рыб гельминтами.

Список литературы

- Боброва Н. Н. Сибирская ряпушка – *Coregonus sardinella* Valenciennes // Известия ВНИОРХ. 1958. Т. 44. С. 179–189.
- Боровикова Е. А., Малин М. И. Морфо-экологические особенности популяции переславской ряпушки (*Coregonus albula*) в начале XXI века // Труды ИБВВ РАН. 2020. Вып. 2. С. 66–90. <https://doi.org/10.24411/0320-3557-2020-10013>
- Вышегородцев А. А., Заделёнов В. А. Промысловые рыбы Енисея. Красноярск : Изд-во Сиб. федер. ун-та, 2013. 303 с.
- Заделёнов В. А., Клеуш В. О., Чугунова Ю. К. Гидрофауна нижнего течения р. Курейки (бассейн р. Енисей) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2013. № 11. С. 160–165.
- Никольский Г. В. Экология рыб. М. : Высшая школа, 1974. 366 с.
- Никулина Ю. С. Морфологические и молекулярно-генетические особенности сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* Valenciennes водных объектов разного типа плато Путорана и сопредельных территорий : дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2020. 163 с.
- Ольшанская О. Л. Ряпушка системы реки Пясины // Труды Красноярского отделения СибНИИРХ. 1967. Т. 9. С. 94–213.
- Особенности строения чешуи байкальского хариуса *Thymallus baicalensis* в условиях измененного гидрологического режима / И. В. Зуев, П. Ю. Андрущенко, С. М. Чупров,

Т. А. Зотина // Биология внутренних вод. 2021. № 1. С. 47–54.
<https://doi.org/10.1134/S1995082920060176>

Попов В. А. Прогноз формирования биологического режима Курейского водохранилища по аналогии с Хантайским водохранилищем // Методы комплексного использования сложных гидросистем. Томск : Изд-во Том. гос. ун-та, 1980. С. 112–119.

Попов П. А. Пресноводные рыбы арктического побережья Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2015. № 4 (32). С. 107–126.
<https://doi.org/10.17223/19988591/32/6>

Потапова О. И. Крупная ряпушка *Coregonus albula* L. Л. : Наука, 1978. 133 с.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищепромиздат, 1966. 376 с.

Размерно-возрастная структура и демографические характеристики сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848 бассейна реки Хатанга / Ю. В. Будин, В. А. Заделёнов, В. И. Романов, С. Ф. Фархутдинова // Сибирский экологический журнал. 2022. Т. 29. № 6. С. 667–680.

Романов В. И., Карманова О. Г., Латышкова Н. Э. Экология сибирской ряпушки Хантайского водохранилища в период его стабилизации // Современные проблемы гидробиологии Сибири. Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 2001. С. 98–100.

Романов Н. С., Тюльпанов М. А. Ихтиофауна озер полуострова Таймыр // География озер Таймыра. Л. : Наука, 1985. С. 139–181.

Савкин В. М. Водохранилища Сибири, водно-экологические и водно-хозяйственные последствия их создания // Сибирский экологический журнал. 2000. Т. 7, № 2. С. 109–121.

Сиделев Г. Н. Ихтиофауна крупных озер // Озера северо-запада Сибирской платформы. Новосибирск : Наука, 1981. С. 151–171.

Современная характеристика массовых видов рыб и их паразитов в заполярных водохранилищах бассейна Енисея (на примере Курейского) / Ю. К. Чугунова, В. И. Романов, В. А. Заделёнов, О. Г. Карманова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020. № 12. С. 15–27.
<https://doi.org/10.33920/sel-12-2010-02>

Устюгов А. Ф. Эколого-морфологическая характеристика сибирской ряпушки *Coregonus albula sardinella* (Valenciennes) бассейна реки Енисей // Вопросы ихтиологии. 1972. Т. 12, вып. 5 (76). С. 811–825.

Чугунова Ю. К. Сукцессия паразитофауны ряпушки сибирской *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848 при антропогенной трансформации водных сообществ Курейского водохранилища // Тезисы докладов XII съезда Гидробиологического общества при РАН. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2019. С. 512–513.

Экологические изменения геологической среды под влиянием крупных водохранилищ Сибири / В. С. Кусковский, Г. И. Овчинников, С. Х. Павлов, Ю. Б. Тржцинский, Е. С. Орехова, Е. А. Козырева // Сибирский экологический журнал. 2000. Т. 7, № 2. С. 135–148.

Яблоков Н. О., Криволицкий Д. А., Клундук А. В. Структура нерестового стада и состояние запасов сибирской ряпушки в реке Енисей // Труды ВНИРО. 2023. Т. 192. С. 127–138.
<https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-127-138>

Dynesius M., Nilsson C. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world // Science. 1994. Vol. 266, N 5186. P. 753–762.
<https://doi.org/10.1126/science.266.5186.753>

Froese R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations // J. Appl. Ichthyol. 2006. Vol. 22, N 4. P. 241–253.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>

FishBase Book // FishBase. A Global Information System on Fishes. 2023.
<https://www.fishbase.org>

Ogle D. H. Introductory Fisheries Analyses with R. 2016. <https://cran.r-project.org/web/packages/FSA/FSA.pdf>

Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks // ICES J. Mar. Sci. 1980. Vol. 39, N 2. P. 175–192.
<https://doi.org/10.1093/ICESJMS/39.2.175>

References

- Bobrova N.N. Sibirskaya ryapushka – *Coregonus sardinella* Valenciennes [Least cisco – *Coregonus sardinella* Valenciennes]. *Izvestiya VNIORH*, 1958, vol. 44, pp.179-189. (in Russian).
- Borovikova Ye.A., Malin M.I. Morfo-ekologicheskie osobennosti populyatsii pereslavl'skoy ryapushki (*Coregonus albula*) v nachale XXI veka [Morphological and ecological features of pereslavl vendace (*Coregonus albula*) population at the beginning of XXI century]. *Trudy IBVV RAN* [Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS], 2020, is.2, pp. 66-90. <https://doi.org/10.24411/0320-3557-2020-10013> (in Russian)
- Vyshegorodtsev A.A., Zadelenov V.A. *Promyslovyye ryby Yeniseya* [Commercial fishes of Yenisey]. Krasnoyarsk, Siberian Fed. Univ. Publ., 2013, 303 p. (in Russian)
- Zadelenov V.A., Kleush V.O., Chugunova Yu.K. Gidrofauna nizhnego techeniya r. Kureiki (bassein r. Enisei) [Hydrofauna of the Kureyka river lower current (the Yenisey river basin)]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bull. Krasnoyarsk St. Agrar. Univ.], 2013, no. 11, pp. 160-165. (in Russian)
- Nikolskii G.V. *Ekologiya ryb* [Ecology of fishes]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1974, 366 p. (in Russian)
- Nikulina Yu.S. *Morfologicheskiye i molekulyarno-geneticheskiye osobennosti sibirskoy ryapushki Coregonus sardinella Valenciennes vodnykh ob'yektov raznogo tipa plato Putorana i sopredelnykh territoriy* [Morphological and Molecular Genetic Features of the Least Cisco *Coregonus sardinella* Valenciennes in Water Bodies of Different Types of the Putorana Plateau and Adjacent Territories]. Cand. diss. sci. abstr. Tomsk, 2020. 163 p. (in Russian)
- Olshanskaya O.L. Ryapushka sistemy reki Pyasiny [Cisco of the Pyasina River system]. *Trudy Krasnoyarskogo otdeleniya SibNIIRKH* [Proc. Krasnoyarsk Branch of SIBNIIRH]. Krasnoyarsk, 1967, vol. 9, pp. 94-213. (in Russian)
- Zuev I.V., Andrushchenko P.Y., Chuprov S.M., Zotina T.A. Osobennosti stroeniya cheshui baikalskogo khariusya *Thymallus baicalensis* v usloviyakh izmenennogo gidrologicheskogo rezhima [Structural features of scales of Baikal Grayling *Thymallus baicalensis* under conditions of an altered hydrological regime]. *Inland Water Biol.*, 2021, no. 1, pp. 45-54. <https://doi.org/10.1134/S1995082920060176> (in Russian)
- Popov V.A. Prognoz formirovaniya biologicheskogo rezhima Kurejskogo vodohranilishcha po analogii s Hantajskim vodohranilishchem [Forecast of the formation of the biological regime of the Kurejskoye reservoir by analogy with the Khantayskoye reservoir]. *Metody kompleksnogo ispolzovaniya slozhnykh gidrosistem* [Methods of integrated use of complex hydrosystems]. Tomsk, Tomsk St. Univ. Publ., 1980, pp. 112-119. (in Russian)
- Popov P.A. Presnovodnye ryby arkticheskogo poberezh'ya Sibiri [Freshwater fishes of the Arctic coast of Siberia]. *Tomsk State University Journal of Biology*, 2015, no. 4(32), pp. 107-126. <https://doi.org/10.17223/19988591/32/6> (in Russian)
- Potapova O.I. *Krupnaya ryapushka Coregonus albula L.* [Vendace *Coregonus albula* L.]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1978, 133 p. (in Russian)
- Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Fish Study Guide]. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 1966, 376 p. (in Russian)
- Budin Yu.V., Zadelonov V.A., Romanov V.I., Farhutdinova S.F. Razmerno-voznrastnaya struktura i demograficheskie harakteristiki sibirskoy ryapushki *Coregonus sardinella Valenciennes*, 1848 bassejna reki Hatanga [Size and age structure and demographic characteristics of *Coregonus sardinella Valenciennes*, 1848 of the Khatanga River basin]. *Contem. Probl. Ecol.*, 2022, vol. 29, no. 6, pp. 667-680. (in Russian). <https://doi.org/10.15372/SEJ20220604>
- Romanov V.I., Karmanova O.G., Latyshkova N.E. Ekologiya sibirskoy ryapushki Hantajskogo vodohranilishcha v periode go stabilizatsii [Ecology of Least Cisco in the Khantay Reservoir during the period of its stabilization]. *Sovremennye problemy gidrobiologii Sibiri* [Modern problems of hydrobiology of Siberia]. Tomsk, Tomsk St. Univ. Publ., 2001. pp. 98-100. (in Russian)
- Romanov N.S., Tyulpanov M.A. Ikhtiofauna ozer poluostrova Taymyr [Ichthyofauna of the lakes of Taimyr Peninsula]. *Geografiya ozer Taymyra* [Geography of Lakes of Taimyr Peninsula]. Adamenko V.N (ed.). St. Petersburg, Nauka Publ., 1985, pp. 139-181. (in Russian)
- Savkin V.M. Water Reservoirs of Siberia: Consequences of Their Creation to Water Ecology and Water Management Facilities. *Contemp. Probl. Ecol.*, 2000, vol. 7, no. 2, pp. 109-121. (in Russian)

Sidelev G.N. Ikhtiofauna krupnykh ozer [Ichthyofauna of large lakes]. *Ozera Severo-Zapada Sibirskoy platformy* [Lakes of the North-West of the Siberian Platform]. Galaziy G.I., Parmuzin Yu.P. (eds.). Novosibirsk, Nauka Publ., 1981, pp. 151-171. (in Russian)

Ustyugov A.F. Ekologo-morfologicheskaya kharakteristika sibirskoi ryapushki Coregonus albula sardinella (Valenciennes) basseina reki Enisei [Ecological and morphological characteristics of the Least Cisco Coregonus albula sardinella (Valenciennes) of the Yenisei River basin]. *J. Ichthyol.*, 1972, vol. 12. no. 5 (76), pp. 811-825. (in Russian)

Chugunova Yu.K., Romanov V.I., Zadelenov V.A., Karmanova O.G. Sovremennaya kharakteristika massovykh vidov ryb i ikh parazitov v zapolyarnykh vodokhranilishchakh basseina Eniseya (na primere Kureyskogo) [Modern characteristics of mass fish species and their parasites in polar reservoirs of the Yenisey basin (on the example of Kureyskoye)]. *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo* [Fish farming and fisheries], 2020, no. 12, pp. 15-27. <https://doi.org/10.33920/sel-12-2010-02> (in Russian)

Chugunova Yu.K. Suktsessiya parazitofauni ryapushki sibirskoy Coregonus sardinella Valenciennes, 1848 pri antropogennoy transformatsii vodnikh soobshchestv Kureyskogo vodokhranilishcha [Succession of parasitofauna of least cisco Coregonus sardinella Valenciennes, 1848 during anthropogenic transformation of aquatic communities of the Kureyskoye reservoir]. *Tezisy dokladov XII s'ezda Gidrobiologicheskogo obshchestva pri RAN* [Abstr. XII Congr. Hydrobiol. Soc. RAS, Petrozavodsk, Russia]. Petrozavodsk, Karel SC RAS Publ., 2019, pp. 512-513. (in Russian)

Kuskovskiy V.S., Ovchinnikov G.I., Pavlov S.Kh., Trzhtsinskiy Yu.B., Orekhova Ye.S., Kozyreva Ye.A. Ekologicheskie izmeneniya geologicheskoi sredy pod vliyaniem krupnykh vodokhranilishch Sibiri [Ecological Changes of Geological Environment under the Influence of Large Reservoirs of Siberia]. *Contemp. Probl. Ecol.*, 2000, vol. 7, no. 2, pp. 135-148. (in Russian)

Yablokov N.O., Krivolutskiy D.A., Klunduk A.V. Struktura nerestovogo stada i sostoyanie zapasov sibirskoi ryapushki v reke Enisei [Spawning stock structure and stock status of least cisco in the Yenisey River]. *Trudy VNIRO*, 2023, vol. 192, pp. 127-138. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-127-138> (in Russian)

Dynesius M., Nilsson C. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science*, 1994, vol. 266, no. 5186, pp. 753-62. <https://doi.org/10.1126/science.266.5186.753>

FishBase Book // *FishBase. A Global Information System on Fishes*. 2023. <https://www.fishbase.org>

Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, vol. 22, no. 4, pp. 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>

Ogle D. H. *Introductory Fisheries Analyses with R*. 2016. Available at: <https://cran.r-project.org/web/packages/FSA/FSA.pdf>

Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES J. Marin. Sci.*, 1980, vol. 39, no. 2, pp. 175-192. <https://doi.org/10.1093/ICESJMS/39.2.175>

Сведения об авторах

Зотов Степан Олегович
старший специалист
Красноярский филиал Всероссийского
научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии
Россия, 660049, г. Красноярск,
ул. Парижской Коммуны, 33
магистрант
Сибирский федеральный университет
Россия, 660041, г. Красноярск,
пр. Свободный, 79
e-mail: szotov-bb18@stud.sfu-kras.ru

Information about authors

Zotov Stepan Olegovich
Senior Specialist
Krasnoyarsk Branch of Russian Federal
Research Institute of Fisheries and
Oceanography, 33, Parizhskaya Kommuna st.,
Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
Undergraduate
Siberian Federal University
79, Svobodny av., Krasnoyarsk, 660041,
Russian Federation
e-mail: szotov-bb18@stud.sfu-kras.ru

Зуев Иван Владимирович

кандидат биологических наук, доцент
Сибирский федеральный университет
Россия, 660041, г. Красноярск,
пр. Свободный, 79
e-mail: zuev.sfu@gmail.com

Zuev Ivan Vladimirovich

Candidate of Science (Biology),
Associate Professor
Siberian Federal University
79, Svobodny av., Krasnoyarsk, 660041,
Russian Federation
e-mail: zuev.sfu@gmail.com

Чугунова Юлия Константиновна

кандидат биологических наук, заведующая
лабораторией
Красноярский филиал Всероссийского
научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии
Россия, 660049, г. Красноярск, ул.
Парижской Коммуны, 33
e-mail: jhermann@mail.ru

Chugunova Yulia Konstantinovna

Candidate of Science (Biology),
Head of Laboratory
Krasnoyarsk Branch of Russian Federal
Research Institute of Fisheries and
Oceanography, 33, Parizhskoy Kommuny st.,
Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
e-mail: jhermann@mail.ru