



УДК 597.553.2

<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.43.3>

Эколого-морфологическая характеристика нерестового стада посольской популяции байкальского омуля *Coregonus migratorius* Georgi в современный период (по данным 2009–2020 гг.)

В. В. Смирнов¹, Н. С. Смирнова-Залуми², А. И. Благодетелев³,
Л. В. Суханова^{2*}

¹ Байкальский музей СО РАН, пос. Листвянка, Иркутская обл., Россия

² Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия

³ Большеереченский рыболовный завод ФГБУ «Главрыбвод», с. Большая Речка, Республика Бурятия, Россия

E-mail: bmsmirnov@mail.ru

Аннотация. Обсуждаются результаты исследования морфологических характеристик самцов байкальского омуля посольской популяции, выполненного в сентябре – октябре 2020 г. в период массовой миграции на нерест в р. Большой Речке зал. Посольский сор оз. Байкал. Проанализированы изменения сроков нерестовых миграций омуля в реку в первые десятилетия XXI в. и характер межгодовых колебаний их динамики. Оценены текущие изменения в количественном соотношении нерестовых мигрантов из различных субпопуляций посольской популяции и сроках их прихода на нерест.

Ключевые слова: озеро Байкал, посольская популяция омуля, динамика нерестового хода, р. Большая Речка, озёрные биотопы, субпопуляции.

Для цитирования: Эколого-морфологическая характеристика нерестового стада посольской популяции байкальского омуля *Coregonus migratorius* Georgi в современный период (по данным 2009–2020 гг.) / В. В. Смирнов, Н. С. Смирнова-Залуми, А. И. Благодетелев, Л. В. Суханова // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2023. Т. 43. С. 3–15. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.43.3>

Research article

Ecological and Morphological Characteristics of the Posolskaya Population of the Baikal Omul *Coregonus migratorius* Georgi in the Current Period (2020)

V. V. Smirnov¹, N. S. Smirnova-Zalumi², A. I. Blagodetelev³, L. V. Sukhanova^{2*}

¹ Baikal Museum SB RAS, Listvyanka, Russian Federation

² Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russian Federation

³ Bolsherechensky Fish Hatchery of FSFI Glavrybvod, Bolshaya Rechka, Russian Federation

Abstract. The timing of the start and end of the spawning migration of the Baikal omul is specific for each of its populations, is closely related to the temperature regime in their areals and fluctuates

© Смирнов В. В., Смирнова-Залуми Н. С., Благодетелев А. И., Суханова Л. В., 2023

*Полные сведения об авторах см. на последней странице статьи.
For complete information about the authors, see the last page of the article.

from year to year in accordance with the variability of climatic conditions in the basin of the lake. Since the thermal and water regime of Lake Baikal is changing under the influence of global warming, the omul populations are adapting to shifts in the rhythms of the functioning of the lake's ecosystem. The purpose of this work is to analyze changes in the current ecological and morphological composition of spawning stocks of omul on the example of the posolskaya population in connection with the recorded changes in the timing of its migration for spawning in the 2000s. To analyze the nature of the variability in the timing and dynamics of spawning migration in 2009–2019, we used data from calendar records of the catch by a fixed river seine of mature individuals entering spawning rivers – tributaries of Posolsky Sor Bay. For ecological and morphological analysis, we used data on the morphometry of the omul that entered the Bolshaya Rechka River (one of the main tributaries of the Posolsky Sor Bay) in different periods of the spawning season of 2020. The results of measurements of spawning migrants in 2020 indicate that, against the background of a general delay in the timing of migration, the dynamics of the morpho-ecological composition of spawning shoals is identical to that in the 1960s and 1980s and is typical for the population under the study. At the same time, data on the morphometry of fish that entered the river in different periods of the spawning season of 2020 indicates a change in the ecological and morphological structure of the population, namely, the quantitative ratio of spawning migrants from various subpopulations changes towards the predominance of "pelagic predators" – inhabitants of the deep-sea areas of Lake Baikal.

Keywords: Lake Baikal, omul of the posolskaya population, dynamics of spawning migration, Bolshaya Rechka River, lacustrine biotopes, subpopulations.

For citation: Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Blagodetev A.I., Sukhanova L.V. Ecological and Morphological Characteristics of the Posolskaya Population of the Baikal Omul *Coregonus migratorius* Georgi in the Current Period (2020). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2023, vol. 43, pp. 3-15. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.43.3> (in Russian)

Введение

Исследования биологического состояния байкальского омуля, в режиме мониторинга проводившиеся в 1940–1970-х гг., всегда имели большое значение как для науки и рыбохозяйственной практики, так и в решении практических задач. Базовыми для начала этих работ стали исследования эколого-морфологического разнообразия [Талиев, 1941; Мухомедияров, 1942, Мишарин, 1953], внутривидовой, популяционной и внутрипопуляционной структуры омуля [Смирнов, 1969, 1974; Смирнов, Шумилов, 1974]. Регулярные наблюдения за состоянием популяций байкальского омуля стали неотъемлемой частью комплексного изучения структуры и особенностей функционирования экосистемы Байкала [Рыбы и рыбное хозяйство ... , 1958; Гурова, Пастухов, 1974; Биологическая продуктивность ... , 1977; Лимнология прибрежно-соровой зоны ... , 1977; Динамика продуцирования ... , 1983].

В 2000-е гг. на повестку дня вышли вопросы изменчивости её состояния под воздействием климатических факторов глобального потепления климата планеты [Изменения глобального климата ... , 2001], проявившиеся в бассейне Байкала в изменениях термического и водного режимов [Климат и гидрологические ... , 2002; Синюкович, Чернышов, 2019]. В их числе и вопрос о том, каким образом к сдвигам ритмов функционирования экосистемы озера адаптируются популяции байкальского омуля.

Цель настоящей работы – проанализировать текущий эколого-морфологический состав нерестового стада омуля посольской популяции в связи с регистрируемыми изменениями сроков его миграции на нерест в 2000-е гг.

Материалы и методы

Для анализа характера изменчивости сроков и динамики нерестовой миграции омуля посольской популяции в 2009–2019 гг. использованы данные календарного учёта вылова ставным речным неводом половозрелых особей, заходящих на нерест в реки – притоки залива Посольский сор. Изменения сроков нерестовой миграции оценивались по отношению к данным таких же учётов, проводившихся в 1968–1977 гг. Материал для эколого-морфологического анализа [Алеев, 1963] собран в ходе экспедиционных работ по мониторингу биологического состояния нерестового стада омуля посольской популяции в период его массовой миграции в р. Большой Речке 22.09–14.10.2020.

Для выяснения современного эколого-морфологического состава нерестового стада во время нерестового хода 2020 г. отобраны пять проб для морфологического анализа. Пробы № 1–4 отобраны из уловов речным ставным неводом, проба № 5 – из улова жаберными сетями с ячейёй 40–45 мм. Пробы № 1 (22.09, 11 экз.) и 2 (25.09, 25 экз.) получены из ловушки, установленной в русле Большой Речки (урочище Бельская грива) после первого её заполнения подошедшими косяками рыб. Проба № 3 (30.09, 12 экз.) отобрана из ловушки по окончании вывоза первой партии мигрантов после очередного её заполнения, проба № 4 (07.10, 15 экз.) взята из улова тем же ставным неводом при очередном заполнении. Отлов ставным неводом был окончен 11 октября, позже косяки половозрелых рыб, продолжавшие в массе заходить в реку, беспрепятственно пропускались в верховье реки. Проба № 5 (14.10, 10 экз.) отобрана из контрольного улова сплавными сетями в Большой Речке в 15 км ниже устья.

Для промеров использованы только самцы сходных размеров. Самцы обладают более выраженным по сравнению с самками морфологическим обликом, а их нерестовый ход растянут сильнее (самцы раньше самок начинают движение к нерестилищам и заканчивают его много позже них). Чтобы максимально исключить влияние возрастной изменчивости на результаты исследования [Смирнов, 1969], измерялись близкие по длине и массе рыбы. Измерения и расчёты морфологических показателей проводились по стандартной методике [Правдин, 1966].

Результаты и обсуждение

Сроки и динамика нерестового хода в 2009–2020 гг.

Сроки начала и окончания нерестовой миграции байкальского омуля специфичны для каждой из его популяций, тесно связаны с температурным режимом в их ареалах и колеблются от года к году в соответствии с изменчивостью климатических условий в бассейне Байкала. Омуль посольской популяции приходит на нерест с начала сентября до середины-конца октября. Отмечены годы ещё более раннего начала – с конца августа, а также заходы небольших косяков половозрелых рыб в ноябре [Мишарин, 1953; Смирнова, 1983а; Майстренко, 2001]. В целом нерестовый ход посольского омуля продолжителен, неравномерен и изменчив от года к году. На основе

результатов календарного учёта вылова омуля в Большой Речке (рыбоводный пункт «Бельская грива») в 1968–1977 гг. в динамике нерестовой миграции посольского омуля выделены три периода: ранний – раннесентябрьский (две первые декады сентября), средний – позднесентябрьский (третья декада сентября) – период наиболее частого максимума интенсивности хода в 1960–1970-е гг. и поздний – октябрьский. Подразделение нерестового хода на три периода и их среднее за 10 лет соотношение по количеству мигрирующих рыб (29, 39 и 32 % соответственно) были приняты для сравнительного анализа межгодовых, а затем и многолетних колебаний динамики нерестового хода [Смирнова, 1983а]. Используются они и для анализа изменчивости сроков и динамики нерестовой миграции омуля посольской популяции [Смирнова, 1983б].

Первые десятилетия XXI в. отличаются от 1960–1970-х гг. как по средним показателям, так и по характеру межгодовых колебаний динамики миграций. Среднее за 11 лет процентное соотношение количества ранних сентябрьских, поздних сентябрьских и октябрьских мигрантов в 2009–2019 гг. составило 8–44–48 против 29–39–32 в 1968–1977 гг. Различие обусловлено тем, что в 1960–1970-е гг. происходило чередование лет ранних, средних и поздних сроков нерестового хода. При этом пик интенсивности миграции, как правило, наблюдался в третьей декаде сентября.

С 2009 по 2019 г. прослеживается тенденция постепенно нарастающего запаздывания нерестовой миграции (рис. 1).



Рис. 1. Динамика сроков нерестовой миграции омуля посольской популяции в р. Большой Речке в 2009–2019 гг. по данным отлова производителей на рыбоводном пункте «Бельская грива»

Растянутые сроки миграции в 2009–2012 гг. сменились в 2013–2015 гг. концентрированным подходом производителей в третьей декаде сентября (в среднем 61 %). Последующие четыре года (2016–2019) более половины нерестового стада приходило в реки в октябре. Поздней была нерестовая миграция и в 2020 г.

Эколого-морфологическая характеристика состава нерестового стада по данным за 2020 г.

Прерывистость нерестового хода, на которую в свое время обратил внимание К. И. Мишарин, положивший начало наблюдениям за нерестовым стадом омуля в речках зал. Посольский сор в 1940-х гг., отражает неоднородность состава нерестового стада: «Во всех случаях хода и концентрации омулей в речках обнаруживаются две основных волны хода – сентябрьская и октябрьская. Следует считать, что второй косяк омулей посольской расы представляет особую популяцию этой расы» [Мишарин, 1953]. Разновременность нерестовой миграции групп особей, осваивающих расположенные на разном расстоянии от устья реки нерестилища, и различия между этими группами по числу жаберных тычинок были отмечены и для омуля селенгинской популяции в р. Селенге [Краснощеков, 1959, 1962].

Изучение эколого-морфологических характеристик нерестовых мигрантов, заходивших в реки Селенгу и Большую Речку в 1983 г. в разные сроки, позволило сформировать представление об экологической структуре селенгинской и посольской популяций байкальского омуля [Смирнов, Воронов, Воронов, 1987]. Сопряжённость адаптаций, обеспечивающих освоение кормовых ресурсов в различных биотопах ареала нагула и одновременно способствующих воспроизведению этого разнообразия в условиях речных бассейнов [Смирнов, 1969], – проявление характерных для байкальского омуля дивергентных микроэволюционных процессов, формирующих внутривидовую и внутривидовую популяционную структуру [Смирнов, 1974; Смирнов, Смирнова-Залуми, Суханова, 2009].

Результаты морфологического анализа рыб из проб, взятых в начале массовой миграции в р. Большой Речке в пятой пятидневке сентября 2020 г., показали, что величины основных показателей, характеризующих особенности питания, близки у рыб из проб № 1 и 2 (табл. 1), отобранных 22 и 25 сентября. Близки у них и величины признаков, характеризующих особенности движения: высота тела, длина основания спинного плавника, длина обтекающего брюшного плавника. Близки между собой величины этих показателей и для рыб из двух проб, отобранных в октябре; № 4 от 7 октября и № 5 от 14 октября.

Таблица 1

Эколого-морфологическая характеристика омуля посольской популяции из нерестового стада р. Большой Речки (по данным 2020 г.)

Показатель	Дата отбора проб				
	22.09	25.09	30.09	07.10	14.10
Масса, г	504	490	492	481	458
Длина общая, мм	363	383	385	386	372
Длина по Смитту, мм	355	321	323	353	339
Длина промысловая, мм	343	335	337	338	327
Длина жаберной дуги, мм	49,40	47,70	49,90	43,80	45,60
Тычинок на жаберной дуге, шт.	40,0	40,1	41,8	39,1	39,2
Расстояние между тычинками, мм	1,25	1,18	1,23	1,15	1,15

Окончание табл. 1

Показатель	Дата отбора проб				
	22.09	25.09	30.09	07.10	14.10
Максимальная длина тычинки, % к длине жаберной дуги	21,36	21,50	19,50	20,0	21,60
В % длины головы					
Длина рыла	27,66	27,17	27,78	27,90	27,30
Диаметр глаза горизонтальный	27,77	27,00	26,34	27,90	28,70
Ширина глазных век	9,94	8,75	9,08	8,96	11,90
Заглазничный отдел головы	49,32	49,42	48,25	48,40	48,50
Длина средней части головы	75,14	73,00	74,12	73,10	73,10
Ширина лба	24,62	22,34	22,78	22,60	21,80
Длина верхнечелюстной кости	33,50	31,10	32,00	32,30	32,10
Длина нижнечелюстной кости	45,20	44,60	44,15	43,40	45,50
Длина головы	21,32	22,17	22,33	22,30	22,65
Высота тела	21,11	20,80	21,20	21,10	20,73
Высота хвостового стебля	6,32	6,33	6,50	6,42	6,49
Длина хвостового стебля	7,35	7,33	6,87	7,35	6,60
Длина основания спинного плавника	9,52	9,75	10,37	9,85	9,85
Длина основания анального плавника	10,15	10,50	10,55	10,40	10,40
Длина грудного плавника	16,14	16,08	16,42	16,24	16,70
Длина брюшного плавника	15,00	15,00	14,60	15,00	15,00
Длина обтекателя брюшного плавника	5,68	5,58	5,25	6,50	6,60

С другой стороны, характеристики этих двух групп-мигрантов 5-й пятидневки сентября, а также рыб, зашедших во 2-й и 3-й пятидневках октября, отличны от характеристик рыб, отловленных 30 сентября – проба № 3 (рис. 2, а, б).

Объединённые данные по морфологии рыб из проб № 1 и 2, пробы № 3 и объединённых проб № 4 и 5 (табл. 2) свидетельствуют, что среди рыб, заходивших в течение пятой пятидневки сентября, преобладали особи, отличающиеся от последующих мигрантов малым числом длинных жаберных тычинок, наибольшей длиной нижнечелюстной кости, но имеющие при этом средние размеры глаз, среднюю ширину глазного века, среднюю длину обтекателя брюшного плавника, среднюю высоту тела, среднюю длину основания спинного плавника.

Функционально [Алеев, 1963] мигранты пятой пятидневки сентября – хищники прибрежно-пелагической зоны, питающиеся молодью прибрежных желтокрылки *Cottocomphorus grewingki* и песчаной широколобки *Paracottus kessleri* [Гурова, Пастухов, 1974; Волерман, 1977, 1983; Мамонтов, Косторнов, Яхненко, 1983]. Их пелагическая молодь сосредоточивается в прибрежно-пелагической зоне Селенгинского района Байкала [Коряков, 1983; Косторнов, 1983].

В конце сентября в реку вошли рыбы с относительно большим числом коротких жаберных тычинок, наименьшей длиной нижнечелюстной кости, минимальными размерами глаз, ширины глазных век и длины обтекателей брюшных плавников, но имеющие максимальную высоту тела и наиболее длинное основание спинного плавника (см. табл. 2).

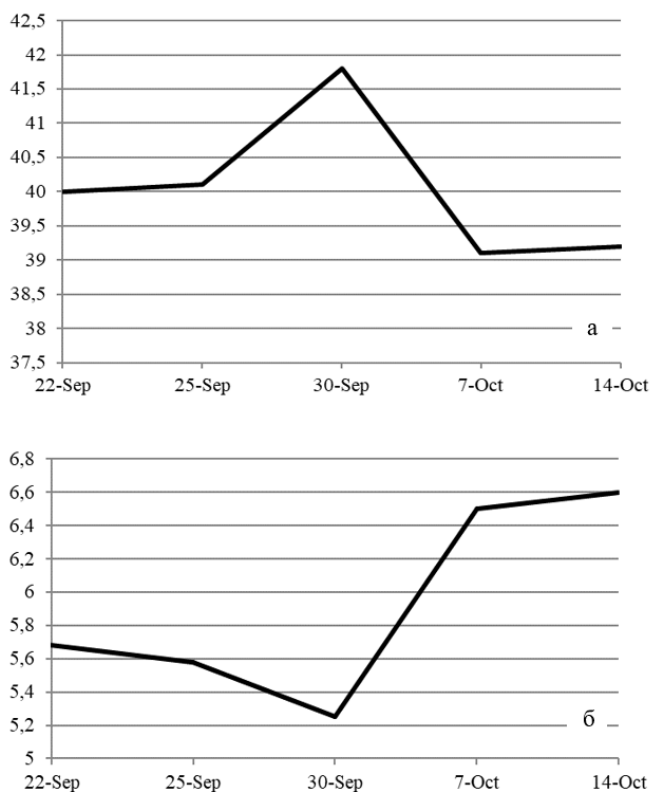


Рис. 2. Число жаберных тычинок (шт.) на первой левой жаберной дуге (а) и длина обтекателя брюшного плавника (% к длине тела по Смитту) (б) у байкальского омуля посольской популяции (самцы) из нерестового стада р. Большой Речки в разные сроки нерестовой миграции (сентябрь – октябрь 2020 г.)

Таблица 2

Средние показатели ряда морфологических признаков омуля из проб, отобранных в ходе массовой миграции нерестовых особей в р. Большой Речке в сентябре – октябре 2020 г.

Признак	Дата отбора пробы		
	22.09, 25.09	30.09	07.10, 14.10
Число жаберных тычинок на жаберной дуге, шт.	40,05	41,80	39,15
Максимальная длина жаберных тычинок, % к длине жаберной дуги	21,43	19,50	20,08
Диаметр глаза горизонтальный, % к длине головы	27,38	26,34	28,30
Длина нижнечелюстной кости, % к длине головы	44,90	44,15	44,45
Ширина глазного века, % к длине головы	9,35	9,08	10,43
Обтекатель брюшного плавника, % к длине тела по Смитту	5,63	5,25	6,55
Высота тела, % к длине тела по Смитту	20,95	21,20	20,91
Длина основания спинного плавника, % к длине тела по Смитту	9,63	10,37	9,85

Согласно комплексу перечисленных признаков мигрантов конца сентября представляли рыбы, обитающие на подводных склонах Селенгинского района Байкала с глубинами 50–350 м. Они основные потребители пелагической амфиподы макрогектопуса (*Macrohectopus branickii*), который во время вертикальных суточных миграций образует значительные кормовые концентрации в придонном слое воды в светлое время суток.

Функционально режиму питания на подводных склонах способствуют особенности морфологии, обеспечивающие наибольшую маневренность рыб при питании макрогектопусом. В Селенгинском районе Байкала наибольшие концентрации макрогектопуса в летний период (при тотальных обловах скоростной сетью вертикального лова Яшнова (ССЯ)) обнаруживались над подводными склонами с глубинами 150–350 м [Смирнов, 1974; Бекман, Афанасьева, 1977]. Наибольшие уловы омуля посольской популяции донными порядками жаберных сетей с шагом ячеи 20–45 мм зарегистрированы в дневное время на глубинах 50–350 м [Смирнова, 1983а,б].

В 1960–1980-е гг. нерестовая миграция рыб этой наиболее многочисленной эколого-морфологической группы в течение всей третьей декады сентября, как правило, представляла собой пик нерестового хода омуля в речки Посольского сора. В 2020 г. половозрелые особи этой субпопуляции потребителей макрогектопуса обнаружились в пробе за 30 сентября.

Проба же, отобранная 7 октября, состояла из рыб другого морфологического строения с явно выраженными признаками адаптации к хищному питанию в глубоководной эпипелагиали озера. Во второй и третьей пятидневках октября 2020 г. на нерест пришли рыбы с наименьшим числом тычинок на жаберной дуге, имеющие среднюю длину жаберных тычинок, наибольший диаметр глаз, среднюю длину нижнечелюстной кости, наименьшую высоту тела и длину спинного плавника, но наибольшую ширину глазных век и длинные обтекатели брюшных плавников. Это – «пелагические хищники», ареал которых – эпипелагиаль глубоководного Байкала с глубинами 150–250 м. Гидроакустическая съёмка Селенгинского района Байкала показала, что в мае – июне 2002–2003 гг. посольский омуль распределялся длинным шлейфом в слое 200–300 м над глубинами до 500 м [Смирнов, Смирнова-Залуми, Суханова, 2009].

Объекты питания рыб этой группы – молодь пелагических голомянок *Comephorus* и длиннокрылой широколобки *Cottocomephorus inermis*, а также макрогектопус [Смирнов, Устюжанина-Гурова, 1969; Волерман, 1977; Гурова, Пастухов, 1974; Коряков, 1983; Нагорный, 1983], концентрации которых характерны для глубин 100–250 м [Талиев, 1955; Стариков, 1977; Коряков, 1983; Нагорный, 1983].

Сравнение данных промеров рыб 2020 г. с результатами предыдущих исследований [Смирнов, Воронов, Воронов, 1987] указывает на то, что динамика изменения рассматриваемых признаков идентична таковой в 1960-е и 1980-е гг. На фоне общего запаздывания сроков миграции сохраняется типичная для популяции посольского омуля смена морфоэкологического состава нерестовых косяков. В начале и середине нерестового хода по-

прежнему приходят «хищники-преследователи» – обитатели верхних участков склоновой зоны, питающиеся в основном молодью желтокрылки и песчаной широколобки. Их сменяют обитатели придонных слоёв подводного склона с глубинами 100–350 м, потребляющие макрогектопуса. Завершают нерестовый ход «пелагические хищники» – обитатели нижних слоёв эпипелагиали Байкала с глубинами 150–250 м.

При сохранившейся последовательности смены эколого-морфологического состава количественное соотношение нерестовых мигрантов и сроки их прихода на нерест изменились: в период с 2009 по 2019 г. сначала снизилась доля «ранних сентябрьских», а затем и «поздних сентябрьских» мигрантов (см. рис. 1). Согласно данным морфологического анализа, отловленные в пятой пятидневке сентября 2020 г. рыбы представляли собой хищников-преследователей, идентичных рыбам начальных сроков нерестового хода, т. е. «ранним сентябрьским» мигрантам в 1960–1980-е гг. Обитатели глубоководного склона («потребители макрогектопуса») обнаружались в пробе за 30 сентября. Пробы от 7 и 14 октября состояли из обитателей слоев 200–300 м пелагиали Байкала, примыкающей к глубоководному склону.

Заключение

Миграция «ранних сентябрьских» и «поздних сентябрьских» косяков посольского омуля в 2020 г. прошла позднее и в более сжатые сроки, а их численность оказалась ниже, чем последовавших за ними глубоководных хищников. Рыбы, мигрировавшие на нерест в октябре 2020 г., составили 60 % от числа рыб в пробах.

Таким образом, в нерестовом стаде популяции посольского омуля с 2016 г. доминировали поздние октябрьские мигранты – «пелагические хищники», составлявшие в 2016–2020 гг. две трети численности нерестового стада. Это свидетельствует об изменившейся эколого-морфологической структуре посольской популяции байкальского омуля в сторону преобладания в ней обитателей 200–300-метровых глубинных слоёв пелагиали Байкала, примыкающих к глубоководному склону.

Список литературы

- Алеев Ю. Г. Функциональные основы внешнего строения рыбы. М. : Изд-во АН СССР, 1963. 247 с.
- Бекман М. Ю., Афанасьева Э. Л. Распределение и продукция макрогектопуса // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Новосибирск : Наука, 1977. С. 76–98.
- Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость // Новосибирск : Наука, 1977. 254 с. (Тр. Лимнол. ин-та СО АН СССР ; т. 19, № 39).
- Волерман И. Б. О питании байкальского омуля // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Новосибирск : Наука, 1977. С. 166–181.
- Волерман И. Б. Особенности летне-осеннего питания омуля в современный период // Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск : Наука, 1983. С. 170–186.
- Гурова Л. А., Пастухов В. Д. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала. Новосибирск : Наука, 1974. 185 с. (Тр. Лимнол. ин-та СО АН СССР ; т. 24).
- Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск : Наука, 1983. 240 с.

Изменения глобального климата, роль антропогенных воздействий / Ю. А. Израэль, Г. В. Груза, В. М. Катцов, В. П. Мелешко // Метеорология и гидрология. 2001. № 5. С. 5–21.

Климат и гидрологические процессы в бассейне оз. Байкал в XX столетии / М. Н. Шимарасев, Л. Н. Куимова, В. Н. Синюкович, В. В. Цехановский // Метеорология и гидрология. 2002. № 3. С. 71–78.

Коряков Е. А. Структура популяций и биологические показатели байкальских бычков рыб в связи с местообитанием // Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск : Наука, 1983. С. 24–45.

Косторнов С. Н. Биологическая характеристика майского стада бычка-желтокрылки // Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск : Наука, 1983. С. 15–23.

Краснощекос С. И. Расы байкальского омуля как результат адаптации // Доклады совещания по вопросам биологии, посвященного столетию дарвинизма. Томск, 1959. С. 225–227.

Краснощекос С. И. О расах байкальского омуля // Краткие сообщения Бурятского комплексного института. Улан-Удэ, 1962. Вып. 3. С. 89–101.

Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. Новосибирск : Наука, 1977. 312 с.

Майстренко С. Г. Большереченский рыболовный завод, 2001 // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля. СПб. : Востсибрыбцентр, 2001. С. 34–54.

Мамонтов А. М., Косторнов С. Н., Яхненко В. М. Ресурсы прибрежно-нерестующих бычков Байкала // Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск : Наука, 1983. С. 45–58.

Мишарин К. И. Естественное размножение и искусственное разведение посольского омуля в Байкале // Известия Биолого-географического института при Иркутском государственном университете. 1953. Т. 14, вып. 1–4. С. 3–133.

Мухомедьяров Ф. Б. Расы байкальского омуля, их морфологические и биологические особенности и роль в промысле // Известия Биолого-географического института при Иркутском государственном университете. 1942. Т. 9, вып. 3–4. С. 35–96.

Нагорный В. К. Особенности распределения и продукционная структура голомянок // Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск, 1983. С. 6–14.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал / под ред. М. М. Кожов, К. И. Мишарин (ред.). Иркутск : Иркут. обл. гос. изд-во, 1958. 746 с.

Синюкович В. Н., Чернышов М. С. Особенности многолетней изменчивости притока поверхностных вод в озеро Байкал // Метеорология и гидрология. 2019. № 10. С. 30–39.

Смирнов В. В. Возрастная изменчивость байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // Вопросы ихтиологии. 1969. Т. 9, вып. 3, № 56. С. 508–515.

Смирнов В. В. Основные направления микроэволюции байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // Зоологические исследования Сибири и Дальнего Востока. Владивосток, 1974. С. 145–152.

Смирнов В. В., Устюжанина-Гурова Л. А. Использование омулем кормовой базы Байкала // Второе совещание по вопросам круговорота вещества и энергии в озерных водоёмах : тез. докл. Ч. 2. Лиственничное-на-Байкале, 1969. С. 56–57.

Смирнов В. В., Шумилов И. П. Омупы Байкала. Новосибирск : Наука, 1974. 160 с.

Смирнов В. В., Воронов М. Г., Воронов А. В. О внутривидовой структуре байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // Вопросы ихтиологии. 1987. Т. 9, вып. 3, № 56. С. 508–515.

Смирнов В. В., Смирнова-Залуми Н. С., Суханова Л. В. Микроэволюция байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi). Новосибирск : Наука, 2009. 245 с.

Смирнова Н. С. Распределение и сезонные миграции посольского омуля // Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск : Наука, 1983а. С. 110–122.

Смирнова Н. С. Изменчивость нерестовых миграций посольского омуля // Динамика продуцирования рыб Байкала. Новосибирск : Наука, 1983б. С. 122–135.

Стариков Г. В. Динамика численности, биомассы и продукции голомянок // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. Новосибирск : Наука, 1977. С. 105–114.

Талиев Д. Н. Серологический анализ рас байкальского омуля // Труды Зоологического института АН СССР. 1941. Т. 6. Вып. 4. С. 68–91.

Талиев Д. Н. Бычки-подкаменщики Байкала. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1955. 603 с.

References

Aleev Yu.G. *Funktsionalnye osnovy vneshnego stroeniya ryb* [Functional foundations of the external structure of fish]. Moscow, AS USSR Publ., 1963. 247 p. (in Russian)

Bekman M.Yu., Afanas'eva E.L. Raspredelenie i produktsiya makrogektopusa [Distribution and production of macrohectopus]. *Biologicheskaya produktivnost' pelagiali Baikala i ee izmenchivost* [Biological productivity of the Baikal pelagial and its variability]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977, pp. 76-98. (in Russian)

Biologicheskaya produktivnost pelagiali Baikala i ee izmenchivost [Biological productivity of the Baikal pelagial and its variability]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977. 254 p. (in Russian)

Volerman I.B. O pitanii baikal'skogo omulya [On the nutrition of the Baikal omul]. *Biologicheskaya produktivnost pelagiali Baikala i ee izmenchivost'* [Biological productivity of the Baikal pelagial and its variability]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977, pp. 166-181. (in Russian)

Volerman I.B. Osobennosti letne-osennego pitaniya omulya v sovremennyyi period [Features of the summer-autumn nutrition of omul in the modern period]. *Dinamika produtsirovaniya ryb Baikala* [Dynamics of fish production in Lake Baikal]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, pp. 170-186. (in Russian)

Gurova L.A., Pastukhov V.D. *Pitanie i pishchevye vzaimootnosheniya pelagicheskikh ryb i nerpy Baikala* [Feeding and food relationships of pelagic fish and seals of Lake Baikal]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 187 p. (in Russian)

Dinamika produtsirovaniya ryb Baikala [Dynamics of fish production in Lake Baikal]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, 240 p. (in Russian)

Izrael Y.A., Gruza G.V., Kattsov V.M., Meleshko V.P. *Izmeneniya globalnogo klimata, rol' antropogennykh vozdeystviy* [Global climat changes. The role of antropogenic impact]. *Russ. J. Meteorol. Hydrol.*, 2001, no. 5, pp. 1-12. (in Russian)

Shimaraev M.N., Kuimova L.N., Sinyukovich V.N., Tsekhanovskii V.V. *Climat and hydrological processes in Lake Baikal in the 20th century.* *Russ. J. Meteorol. Hydrol.*, 2002, no. 3, pp. 52-58. (in Russian)

Koryakov E.A. *Struktura populyatsii i biologicheskie pokazateli baikal'skikh bychkovykh ryb v svyazi s mestoobitaniem* [Population structure and biological indicators of Baikal goby fish in connection with habitat]. *Dinamika produtsirovaniya ryb Baikala* [Dynamics of Baikal fish production]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, pp. 24-45. (in Russian)

Kostornov S.N. *Biologicheskaya kharakteristika maiskogo stada bychka-zheltokrylki* [Biological characteristics of the May spawning herd of the yellowfin sculpin]. *Dinamika produtsirovaniya ryb Baikala* [Dynamics of Baikal fish production]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, pp. 15-23. (in Russian)

Krasnoshchekov S.I. *Rasy baikalskogo omulya kak rezultat adaptatsii* [Races of the Baikal omul as a result of adaptation]. *Doklady soveshch. po vopr. biologii, posvyashchennogo stoletiyu darvinizma* [Proc. Meet. to Questions of Biology, dedicated to the centenary of Darwinism. Tomsk, Russia]. Tomsk, 1959, pp. 225-227. (in Russian)

Krasnoshchekov S.I. *O rasakh baikalskogo omulya* [About the races of the Baikal omul]. *Kratkie soobshcheniya Buryatskogo kompleksnogo in-ta* [Brief Communications of the Buryat Complex Institute]. Ulan-Ude, 1962, no. 3, pp. 89-101. (in Russian)

Limnologiya pribrezhno-sorovoi zony Baikala [Limnology of the coastal and shallow bays zone of Lake Baikal]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977. 312 p. (in Russian)

Maistrenko S.G. *Bolsherechenskii rybovodnyi zavod* [Bolsherechensky Fish Hatchery]. *Sostoyanie i problemy iskusstvennogo vosproizvodstva baikal'skogo omulya* [Status and problems of artificial reproduction of the Baikal omul]. St.-Peterb., Vostsibrybtsentr Publ., 2001, pp. 34-54. (in Russian)

Mamontov A.M., Kostornov S.N., Yakhnenko V.M. *Resursy pribrezhno-nerestuyushchikh bychkov Baikala* [Resources of coastal spawning of Lake Baikal Cottoidea]. *Dinamika produtsirovaniya ryb Baikala* [Dynamics of fish production in Baikal]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, pp. 45-58. (in Russian)

Misharin K.I. Estestvennoe razmnozhenie i iskusstvennoe razvedenie posolskogo omulya v Baikale [Natural reproduction and artificial breeding of posolskiy omul in Lake Baikal]. *Izvestiya Biologo-geographicheskogo in-ta pri Irkutskom gosuniversitete* [Bull. Biol.-Geogr. Inst. Irkutsk St. Univ.], 1953, vol. 14, no. 1-4, pp. 3-133. (in Russian)

Mukhomedyarov F.B. Rasy baikalskogo omulya, ikh morfologicheskie i biologicheskie osobennosti i rol' v promysle [Races of the Baikal omul, their morphological and biological features and role in the fishery]. *Izvestiya Biologo-geographicheskogo in-ta pri Irkutskom gosuniversitete* [Bull. Biol.-Geogr. Inst. Irkutsk St. Univ.], 1942, vol. 9, no. 3-4, pp. 35-96. (in Russian)

Nagorny V.K. Osobennosti raspredeleniya i produktsionnaya struktura golomyanok [Peculiarities of distribution and production structure of Lake Baikal oilfishes]. *Dinamika produstirovaniya ryb Baikala* [Dynamics of fish production in Baikal]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, pp. 6-14. (in Russian)

Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Fish Study Guide]. Moscow, Pishcheyaya promyshlennost' Publ., 1966, 376 p. (in Russian)

Kozhov M. M., Misharin K. I. *Ryby i rybnoe khozyaistvo v basseine ozera Baikal* [Fish and fisheries in the basin of Lake Baikal]. Irkutsk, Irkutsk St. Publ., 1958, 745 p. (in Russian)

Sinyukovich V.N., Chernyshov M.S. Peculiarities of long-term variability of surface water inflow to Lake Baikal. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2019, vol. 44, no. 10, pp. 652-658. (in Russian). <https://doi.org/10.3103/S1068373919100029>

Smirnov V.V. Vozrastnaya izmenchivost' baikalskogo omulya *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) [Age variability of the Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi)]. *J. Ichthyol.*, 1969, vol. 9, no. 56, pp. 508-515. (in Russian)

Smirnov V.V. Osnovnye napravleniya mikroevolyutsii baikal'skogo omulya *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) [The main directions of microevolution of the Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi)]. *Zoologicheskie issledovaniya Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Zoological studies of Siberia and the Far East]. Vladivostok, 1974, pp. 145-152. (in Russian)

Smirnov V.V., Ustyuzhanina-Gurova L. A. Ispolzovanie omulem kormovoi bazy Baikala [The use of Baikal forage base by omul]. *Vtoroe soveshchanye po voprosam krugovorota veshchestva i energii v ozernykh vodoemakh* [2nd Meet. to the Questions of Circulation of Matter and Energy in Lake Reservoirs: Paper Abstr., Listvennichnoe-na-Baikale, Russia]. Irkutsk, 1969, pp. 56-57. (in Russian)

Smirnov V.V., Shumilov I. P. *Omuli Baikala* [Omuls of Lake Baikal]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1974, 160 p. (in Russian)

Smirnov V.V., Voronov M. G., Voronov A. V. O vnutrividovoi strukture baikal'skogo omulya *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) [On the intraspecific structure of the Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi)]. *J. Ichthyol.*, 1987, vol. 9, no. 3 (56), pp. 508-515. (in Russian)

Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V. *Mikroevolyutsiya baikalskogo omulya Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) [Microevolution of the Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, 245 p. (in Russian)

Smirnova N.S. Raspredelenie i sezonnye migratsii poso'skogo omulya [Distribution and seasonal migrations of the posolskiy omul]. *Dinamika produstirovaniya ryb Baikala* [Dynamics of Baikal fish production]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, pp. 110-122. (in Russian)

Smirnova N.S. Izmenchivost nerestovykh migratsii posolskogo omulya [Variability of spawning migrations of posolskiy omul]. *Dinamika produstirovaniya ryb Baikala* [Dynamics of Baikal fish production]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, pp. 122-135. (in Russian)

Starikov G.V. Dinamika chislennosti, biomassy i produktsii golomyanok [Dynamics of abundance, biomass and production of oilfishes]. *Biologicheskaya produktivnost pelagiali Baikala i ee izmenchivost* [Biological productivity of the Baikal pelagial and its variability]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977, pp. 105-114. (in Russian)

Taliev D.N. Serologicheskii analiz ras baikalskogo omulya [Serological analysis of the Baikal omul races]. *Trudy Zoologicheskogo in-ta AN SSSR* [Proc. Zool. Inst. AS USSR], 1941, vol. 6, no. 4, pp. 68-91. (in Russian)

Taliev D.N. *Bychki-podkamenshchiki Baikala (Cottoidei)* [Baikal sculpins (Cottoidei)]. Moscow, St. Petersburg, AS USSR Publ., 1955, 603 p. (in Russian)

Сведения об авторах***Смирнов Василий Васильевич***

доктор биологических наук
главный научный сотрудник
Байкальский музей СО РАН
Россия, 664520, пос. Листвянка,
ул. Академическая 1
e-mail: bmsmirnov@mail.ru

Смирнова-Залуми Наталья Сергеевна

кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
Лимнологический институт СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 3
e-mail: lsukhanova@lin.irk.ru

Благодетелев Андрей Иванович

главный рыбовод
Большереченский рыбоводный завод
ФГБУ «Главрыбвод»
Россия, 671208, Республика Бурятия,
с. Большая Речка, ул. Вагжанова, 139А
e-mail: omulll@yandex.ru

Суханова Любовь Васильевна

кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
Лимнологический институт СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 3
e-mail: lsukhanova@lin.irk.ru

Information about the authors***Smirnov Vasily Vasilievich***

Doctor of Sciences (Biology)
Principal Research Scientist
Baikal Museum SB RAS
1, Academicheskaya st., Listvyanka Settl.,
664520, Russian Federation
e-mail: bmsmirnov@mail.ru

Smirnova Natalia Sergeevna

Candidate of Sciences (Biology),
Senior Research Scientist
Limnological Institute SB RAS
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033
Russian Federation
e-mail: lsukhanova@lin.irk.ru

Blagodetelev Andrey Ivanovich

Chief Fish Breeder
Bolsherechensky Fish Hatchery
of FSFI Glavrybvod
139A, Vagzhanova st., Bolshaya Rechka settl.,
Republic of Buryatia, 671208,
Russian Federation
e-mail: omulll@yandex.ru

Lyubov Vasilievna Sukhanova

Candidate of Sciences (Biology)
Senior Research Scientist, Assistant Professor
Limnological Institute SB RAS
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033
Russian Federation
E-mail: lsukhanova@lin.irk.ru