



# Состояние запасов омуля *Coregonus migratorius* озера Байкал и прогноз до 2030 года

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-74-86>

Научная статья  
УДК 639.219

**Булатов Олег Аркадьевич** – доктор биологических наук, директор по научной работе, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия  
*E-mail: obulatov@vniro.ru*

**Гончаров Сергей Михайлович** – кандидат технических наук, начальник Отдела промысловой гидроакустики, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия  
*E-mail: sgonch@vniro.ru*

**Попов Сергей Борисович** – главный специалист Отдела промысловой гидроакустики, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия  
*E-mail: sporov@vniro.ru*

**Кравченко Юрий Николаевич** – главный специалист Отдела промысловой гидроакустики ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия  
*E-mail: kravyn@vniro.ru*

**Ключарева Наталья Германовна** – ведущий специалист Отдела промысловой гидроакустики ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия  
*E-mail: nklyuch@vniro.ru*

**Васильев Дмитрий Александрович** – доктор технических наук, начальник Отдела сводного прогноза, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия  
*E-mail: DVasilyev@vniro.ru*

**Западаева Наталья Геннадьевна** – ведущий специалист Отдела сводного прогноза, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»  
*E-mail: ng\_petukhova@mail.ru*

**Петерфельд Владимир Августович** – кандидат биологических наук, советник руководителя Тюменского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Тюмень, Россия  
*E-mail: Wrw2@yandex.ru*

**Кушнарев Сергей Викторович** – И.О. руководителя, Байкальский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Улан-Удэ, Россия  
*E-mail: Kushnarev1982@inbox.ru*

**Бобков Андрей Иванович** – Заведующий лабораторией водных биоресурсов, Байкальский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Улан-Удэ, Россия  
*E-mail: andrbobkov@yandex.ru*

**Базов Андрей Владимирович** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории водных биоресурсов, Байкальский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Улан-Удэ, Россия  
*E-mail: abazoff@yandex.ru*

## Адреса:

1. Государственный научный центр Российской Федерации ФГБНУ «ВНИРО» – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19
2. Байкальский филиал Государственного научного центра Российской Федерации ФГБНУ «ВНИРО» («БайкалНИРО») – Россия, 670034, г. Улан-Удэ, ул. Хахалова, 4б
3. Тюменский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» – Россия, 625023, Тюмень, ул. Одесская, 33

**Аннотация.** В 2024 году впервые была выполнена столь масштабная и подробная гидроакустическая съемка запасов байкальского омуля в пределах всей акватории озера, которая позволила оценить запасы омуля на 4 полигонах (рыбопромысловых районах), а также в прибрежных и глубоководных районах. На площади 2,8 млн га общая численность омуля составила 37 млн экз., а биомасса – 8,6 тыс. тонн.

Основные запасы в 2024 г. сконцентрированы на Селенгинском мелководье и составляют 51% от учтенной биомассы для всей акватории Байкала. Существенно возросла биомасса омуля в Баргузинском заливе, также наблюдался количественный рост омуля в Малом море. Как и в предыдущие годы, плотные скопления регистрировались на акватории Северного Байкала. По сравнению с предыдущими наблюдениями произошло пространственное перераспределение скоплений, и самые высокие концентрации были зарегистрированы не у г. Нижнеангарск, а южнее – возле г. Северобайкальск.

Отмечена исключительно высокая, сопоставимая с 90-ми годами, численность поколения 2020 года рождения, что окажет положительное влияние на восстановление запасов омуля в ближайшие годы. Согласно предварительным данным математического моделирования, при условии численности пополнения промыслового запаса на уровне 2021-2024 гг. (поколения 2019-2022 годов рождения), прогнозируется стремительный рост запасов омуля в ближайшие годы, что создает предпосылки для возобновления промысла. Исследования 2025-2026 гг. позволят уточнить возможные сроки открытия промысла и рекомендуемые объемы вылова.

**Ключевые слова:** байкальский омуль, биомасса, численность, гидроакустическая съемка, урожайное поколение, вылов.

**Для цитирования:** Булатов О.А., Гончаров С.М., Попов С.Б., Кравченко Ю.Н., Ключарева Н.Г., Васильев Д.А., Западаева Н.Г., Петерфельд В.А. Кушнарев С.В., Бобков А.И., Базов А.В. Состояние запасов омуля *Coregonus migratorius* озера Байкал и прогноз до 2030 года // Рыбное хозяйство. 2024. № 5. С. 74-86. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-74-86>.

## STOCK ASSESSMENT FOR OMUL *COREGONUS MIGRATORIUS* IN LAKE BAIKAL AND PROSPECTS UNTIL 2030

**Oleg A. Bulatov** – Doctor of Biological Sciences, Director of Scientific Work, Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO, Moscow, Russia

**Sergey M. Goncharov** – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Field Hydroacoustics, Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO, Moscow, Russia

**Sergey B. Popov** – Chief Specialist of the Department of Field Hydroacoustics, State Scientific Research Center of the Russian Federation, VNIRO Federal State Budgetary Scientific Institution, Moscow, Russia

**Yuri N. Kravchenko** – Chief Specialist of the Department of Field Hydroacoustics of the State Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO, Moscow, Russia

**Natalia G. Klyuchareva** – Leading Specialist of the Department of Field Hydroacoustics of the State Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO, Moscow, Russia

**Dmitry A. Vasiliev** – Doctor of Technical Sciences, Head of the Consolidated Forecast Department, State Scientific Research Center of the Russian Federation, VNIRO Federal State Budgetary Institution, Moscow, Russia

**Natalia G. Zapadaeva** – Leading Specialist of the Consolidated Forecast Department, SSC RF FSBI VNIRO

**Vladimir A. Peterfeld** – Candidate of Biological Sciences, Advisor to the Head of the Tyumen Branch of the State Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO, Tyumen, Russia

**Sergey V Kushnarev** – Acting Head, Baikal Branch of the State Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO

**Andrey I. Bobkov** – Head of the Laboratory of Aquatic Bioresources, Baikal Branch of the State Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO

**Andrey V. Bazov** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Aquatic Bioresources, Baikal Branch of the State Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO, Ulan-Ude, Russia

**Addresses:**

1. **The State Scientific Center of the Russian Federation FSBI VNIRO** – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19
2. **Baikal branch of the State Scientific Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO (BaikalNIRO)** – Russia, 670034, Ulan-Ude, Khakhalova str., 4b
3. **Tyumen branch of the State Scientific Research Center of the Russian Federation FGBNU VNIRO** – Russia, 625023, Tyumen, Odesskaya str., 33

**Annotation.** In 2024, for the first time, such a large-scale and detailed sonar survey of Baikal omul reserves was conducted within the entire water area of the lake, which made it possible to assess omul reserves at 4 polygons (fishing areas), coastal and deep-water areas. On an area of 2.8 million hectares, the total number of omul was 37 million, and the biomass was 8.6 thousand tons. The main biomass in 2024 are concentrated in the Selenginsky shallow water and account for 51% of the recorded stock for the entire Baikal area. The biomass of omul in the Barguzin Bay has increased significantly, and quantitative growth of omul in the Small Sea has also been observed. As in previous years, high concentrations were recorded in the waters of Northern Baikal. Compared with previous observations, there was a spatial redistribution of omul, and the highest concentrations were recorded not near Nizhneangarsk, but south of Severobaikalsk. An exceptionally high abundance generation born in 2020, comparable to the 90s, has been noted, which will have a positive impact on the restoration of omul biomass in the coming years. According to preliminary mathematical modeling data, provided that the number of recruitment of the fishable stock is at the level of 2021-2024 (generation 2019-2022 years of birth), a rapid increase in stocks of omul is predicted in the coming years, which creates possible opening dates of the fishery and recommended catch volumes. The 2025-2026 research will clarify the possible timing of the opening of the fishery and the recommended catch volumes.

**Keywords:** Baikal omul, biomass, abundance, sonar survey, productive generation, catch.

**For citation:** Bulatov O.A., Goncharov S.M., Popov S.B., Kravchenko Yu.N., Klyuchareva N.G., Vasiliev D.A., Zapadaeva N.G., Peterfeld V.A. Kushnarev S.V., Bobkov A.I., Bazov A.V. (2024). Stock assessment for omul *Coregonus migratorius* in Lake Baikal and prospects until 2030 // Fisheries. No 5. Pp. 74-86. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-74-86>.

*Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author*

**ВВЕДЕНИЕ**

Байкал – уникальное озеро нашей планеты, являющееся общемировым достоянием, включенное в декабре 1996 г. в Список Всемирного Наследия ЮНЕСКО. Сохранение водных биоресурсов озера Байкал является наиважнейшей задачей Российской науки. В озере обитают различные виды рыб, но самым многочисленным и ценным является байкальский омуль (*Coregonus migratorius*). Данный вид занимает одну из ключевых ниш в экосистеме озера. Количественная оценка его запасов и их прогнозирование крайне важны как для решения природоохранных, так и рыбохозяйственных задач. Учитывая депрессивное состояние запасов байкальского омуля, приказом Минсельхоза РФ от 29 августа 2017 г. №450 было установлено жёсткое ограничение на его вылов – прекращение промысловых операций с 1 октября 2017 года.

Право ограниченного вылова, за исключением нерестового периода, осталось у представителей коренных и малочисленных народов Севера (КМНС), проживающих в двух районах на территории Республики Бурятия. Кроме того, осуществляется отлов нерестовых особей для искусственного воспроизводства. Что касается любительского лова, то в настоящее время существует ограниченный лов омуля как в зимний, так и летний период.

Известно [1; 2; 3], что байкальский омуль состоит из трёх морфоэкологических групп (МЭГ): пелагической, придонно-глубоководной и прибрежной. Экологическое разделение данного вида позволяет полнее осваивать нерестовые площади и кормовую базу. Представители пелагической МЭГ размножаются преимущественно в р. Селенге, прибрежной – в основном в реках Верхняя Ангара и Кичера,

в меньшей степени – р. Баргузин, а придонно-глубоководной – в малых реках, впадающих в Посольский сор (рис. 1). Первые месяцы жизни омуля проходят в поймах нерестовых рек и прибрежно-соровой системе, после чего молодь выходит в открытые воды озера. В период ведения промысла оценка состояния запасов байкальского омуля традиционно выполнялась в соответствии с представлением о наличии трех МЭГ [4; 5; 6; 7].

**Цель настоящей работы** – анализ состояния запасов омуля оз. Байкал и возможные перспективы возобновления промысла.

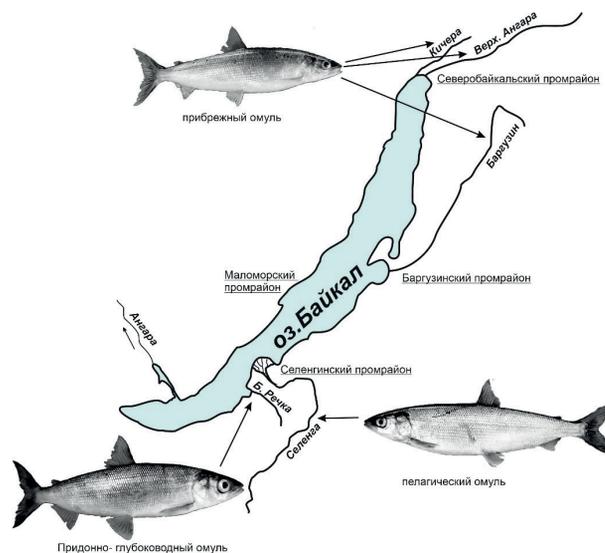
## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для оценки динамики запасов омуля, с 2021 г. по настоящее время проводятся ежегодные гидроакустические съемки. Сначала съемки выполнялись на двух основных полигонах, где ранее велся основной промысел: Селенгинском мелководье и Северном Байкале. В дальнейшем, в 2022 и 2023 годах районы исследований были расширены и дополнительно охвачены акватории Малого моря и Баргузинского залива. Впервые в 2024 г. выполнена масштабная и подробная гидроакустическая съемка запасов байкальского омуля в пределах всей акватории озера Байкал.

Учитывая особенности сезонного распределения байкальского омуля, оптимальное время проведения гидроакустических съемок – конец мая-начало июня, до развития гомотермии байкальских вод, характеризующегося распределением основной массы омуля всех популяций в диапазоне 50-350 метров [8]. Затем омуль мигрирует на мелководье и становится недоступным для репрезентативной оценки запаса гидроакустическими средствами.

Для проведения гидроакустических съемок на акваториях оз. Байкал был использован научный эхолот EY500 (Simrad) с частотой заполнения ультразвукового импульса посылки 70 кГц и антенной ES 70-11 (ширина диаграммы направленности 11°) с расщепленным лучом. Гидроакустические съемки на акватории озера были выполнены на судне «Агата» проекта «Ярославец» (рис. 2). Скорость движения судна при проведении гидроакустических съемок составляла 10-11 км/час.

Гидроакустическая съемка в 2024 г. выполнялась на основных полигонах, ранее промысловых районах оз. Байкал (Селенгинском, Северобайкальском, Маломорском и Баргузинском), а также – в южной части озера, в восточной и западной прибрежных зонах, в открытой части и в районе Ушканьих островов. Период выполнения работ – с 27.05.2024 г. по 23.06.2024 года. На рисунке 3 представлена



**Рисунок 1.** Места размножения морфо-экологических групп байкальского омуля

**Figure 1.** Spawning grounds of morpho-ecological groups of the Baikal omul

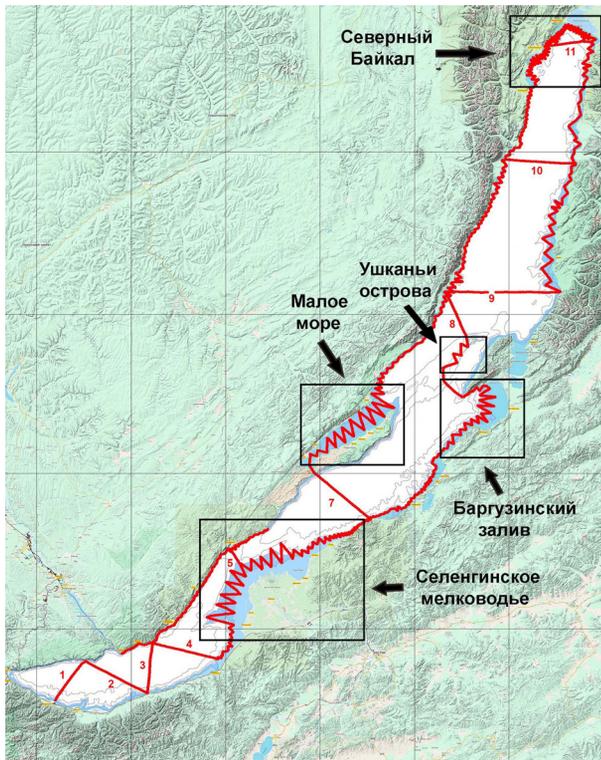
карта районов работ. Общая протяженность галсов (длина пройденного маршрута) составила 2590 км.

Для расчета значений поверхностных плотностей, вдоль галсов съемки, использовался метод эхоинтегрирования. В основе современного метода лежит интегрирование эхосигналов в вертикальном направлении внутри заданного слоя и последующее усреднение в горизонтальном направлении вдоль маршрута следования судна. Для оценки численности запасов омуля, его распределения в пределах обследованных акваторий и дальнейшего хранения результатов работ использовалась гидроакустическая информационная система, состоящая из ГИС «КартМастер» [9] и специализированной базы данных. Построение карт пространственного



**Рисунок 2.** Судно «Агата» проекта «Ярославец»

**Figure 2.** The vessel «Agata» of the Yaroslavets project



**Рисунок 3.** Карта районов работ с сеткой галсов гидроакустических съемок

**Figure 3.** A map of the work areas with a grid of hydroacoustic survey tracks

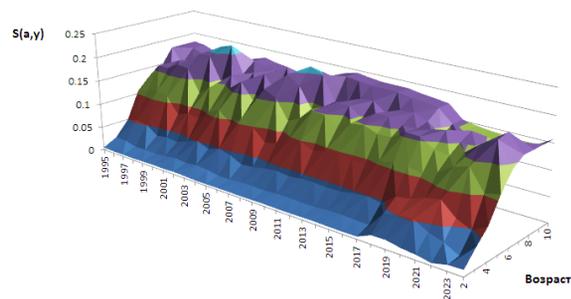
распределения численности и биомассы омуля проводилось методом геостатистической интерполяции Kriging [10; 11].

Сбор ихтиологического материала, по данным контрольных обловов, осуществлялся в соответствии с общепринятыми методиками [12; 13].

Выполнение расчетов по оценке запасов омуля также основывалось на данных математического моделирования. В связи с прекращением с 2018 г. специализированного промысла омуля, не представлялось возможным осуществить отдельно оценку биомассы каждой МЭГ. Для корректного сопоставления полученных данных, оценка запасов для периода с 1995 по 2017 гг. также выполнена суммарно по всем трем экологическим группам. В математической модели для расчетов объединенного запаса байкальского омуля использована модель TISVPA [14]. Сбор данных по возрастному составу осуществлялся из промысловых уловов, а в дальнейшем, в 2018-2024 гг. – из научных уловов. В качестве дополнительной информации в 1995-2017 гг. в расчеты включались данные по уловам на единицу промыслового усилия (CPUE, тонн на сете-порядок).

Расчеты проводились для диапазона возрастных групп 2-10+, в которых старшая возрастная группа объединяет рыб в возрасте 10 лет и более. В расчетах использовались обобщенные данные по трем экологическим группам средней массы рыб в каждой возрастной группе по годам, а также – оценки мгновенного коэффициента естественной смертности и учитывалась доля половозрелых рыб по возрастным группам. В расчетах использована версия модели TISVPA, допускающая наличие ошибок как в данных по возрастному составу уловов, так и в сепарабельном описании промысловой смертности с дополнительным обеспечением несмещенности описания моделью возрастного состава уловов. В качестве меры близости модельного описания имеющихся данных, минимизацией которой оцениваются параметры модели, выбрана медиана распределения остатков в описании моделью логарифмов данных по возрастному составу уловов. Эта мера близости известна как робастная, не зависящая от выбора гипотезы о виде статистического распределения ошибок в данных. В связи с прекращением специализированного промысла омуля с 2018 г., в модели оценивались два возрастных распределения относительной селективности промысла: первый – для периода с 1995 по 2017 гг. и второй – для периода с 2018 по 2024 год. В рамках используемого в модели трехпараметрического представления мгновенных коэффициентов промысловой смертности допускается наличие когортно-зависимых особенностей во взаимодействии запаса с промыслом. Полученные оценки относительной селективности промысла представлены на рисунке 4.

В отсутствие промысла сбор ихтиологического материала, начиная с 2021 г., проводился в основных рыбопромысловых районах (Селенгинском, Баргузинском и Северобайкальском) из контрольных неводных уловов в нагульный период. Исследования включали данные массовых промеров и проведение биологического анализа. Невод-



**Рисунок 4.** Оценки относительной селективности

**Figure 4.** Estimates of relative selectivity

ной лов производился до 1 августа, когда подходы нагульного омуля, состоящие из разновозрастных рыб, заканчиваются и на мелководных участках начинают формироваться скопления преднерестовых особей. Исследованию подвергалась часть уловов, остальная часть выпускалась в водоём в живом виде. Размер ячеи в мотне закидного невода, при проведении контрольных ловов в 2019-2024 гг., составлял 22-26 мм.

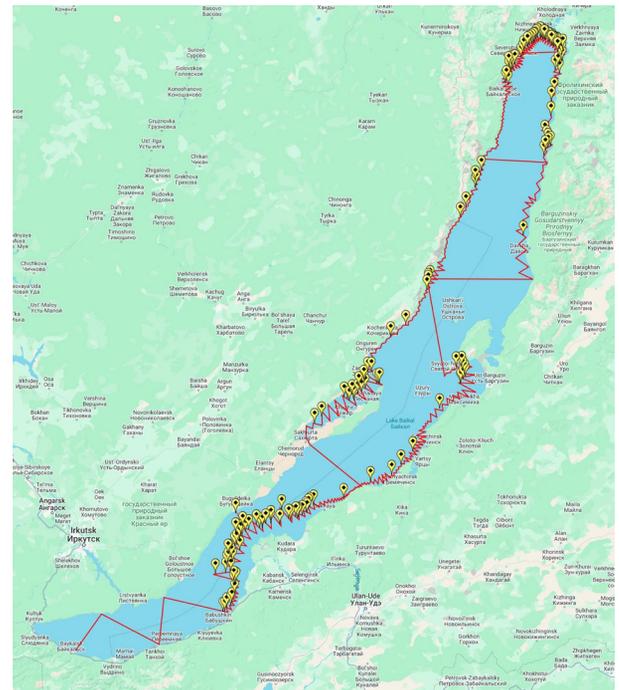
**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Гидроакустическая съемка на **Селенгинском мелководье** была выполнена в период с 30.05 по 02.06.2024 года. В придонном и пелагическом слоях скопления омуля достигали протяженности в несколько километров. Наибольшие концентрации рыб наблюдались в диапазоне глубин от 100 до 250 м до дна. На акватории **Северного Байкала** гидроакустическая съемка была выполнена в период с 06.06.2024 г. по 08.06.2024 года. Как и на Селенгинском мелководье омуль регистрировался как в придонном, так и в пелагическом слоях. По сравнению с предыдущими годами, в 2024 г. произошли изменения в распределении омуля по акватории Северного Байкала. Если ранее наибольшие концентрации регистрировались в самой северной части озера, недалеко от г. Нижнеангарск, то в этом году максимальные плотности скоплений наблюдались немного южнее г. Северобайкальск. Существенные скопления омуля были отмечены вдоль восточного берега, что ранее не наблюдалось. Работы в **Малом море** проводились с 02.06.2024 г. по 03.06.2024 года. Наибольшие концентрации омуля наблюдались у мыса Хобой острова Ольхон и в северо-восточной части Малого моря (рис. 5). Омуль регистрировался в донном слое, образуя скопления шириной 3-8 м, и, в отличие от предыдущих лет, встречался в южной части моря. Пелагические скопления омуля на акватории съемки не наблюдались. Как и в предыдущие годы, плотность регистрируемых скоплений в Малом море была существенно ниже плотности скоплений на Се-

ленгинском мелководье и Северном Байкале. В **Баргузинском заливе** съемка была выполнена в период с 09.06.2024 г. по 11.06.2024 года. Омуль регистрировался на горизонтах от 50 до 250 м как в пелагическом, так и донном слоях.

На рисунках 6-9 представлены карты распределения биомассы омуля в каждом полигоне (промрайоне). Из приведенных рисунков следует, что основные концентрации скоплений омуля, в период выполнения съемки, были оконтурены, что очень важно для корректной оценки запасов.

В таблице 1 представлены результаты оценки запасов омуля на полигонах (промрайонах)

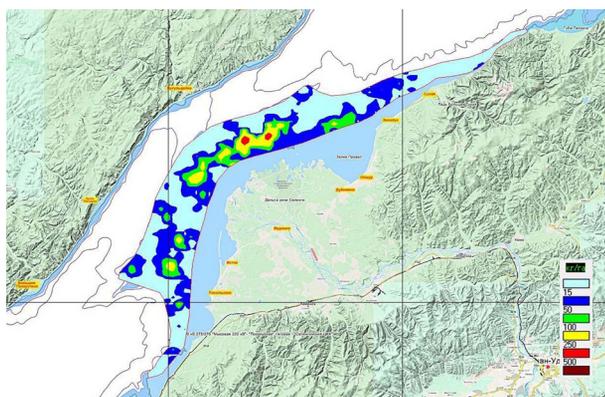


**Рисунок 5.** Гидроакустические галсы с отметками (выделены желтым цветом) регистрации скоплений омуля

**Figure 5.** Hydroacoustic tacks with markings (highlighted in yellow) for registration of omul accumulations

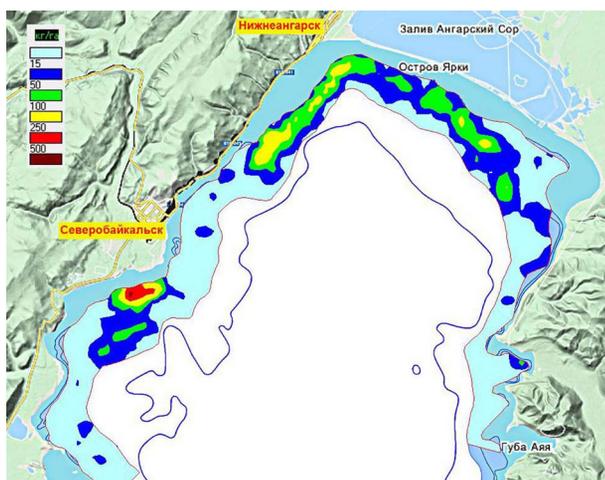
**Таблица 1.** Результаты оценки запасов омуля на полигонах (промрайонах) в 2024 году / **Table 1.** The results of the assessment of omul stock at polygons (fishery districts) in 2024

Район	Площадь, тыс. га	Биомасса/Численность	
		тыс. тонн	млн. экз.
Селенгинское мелководье	159,0	4,45	17,88
Северный Байкал	33,0	0,88	6,87
Малое море	72,0	0,45	1,96
Баргузинский залив	38,7	0,48	2,25
<b>ИТОГО</b>	<b>302,7</b>	<b>6,24</b>	<b>28,96</b>



**Рисунок 6.** Распределение биомассы омуля в Селенгинском мелководье. Размерность шкалы: 0-15; 15-50; 50-100; 100-250; 250-500 кг/га

**Figure 6.** Distribution of omul biomass in the Selenga shallow water. Scale dimension: 0-15; 15-50; 50-100; 100-250; 250-500 kg/ha



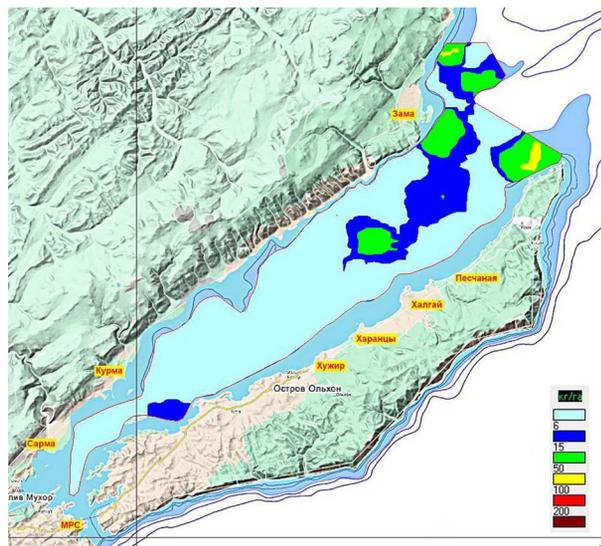
**Рисунок 7.** Распределение биомассы омуля на Северном Байкале. Размерность шкалы: 0-15; 15-50; 50-100; 100-250; 250-500 кг/га

**Figure 7.** Distribution of omul biomass on northern Baikal. Scale dimension: 0-15; 15-50; 50-100; 100-250; 250-500 kg/ha

озера в мае-июне 2024 года. Наибольшее значение биомассы на акватории 159 тыс. га отмечено на Селенгинском мелководье – 4,45 тыс. тонн. В других районах сосредоточено существенно меньшее количество и биомасса рыб.

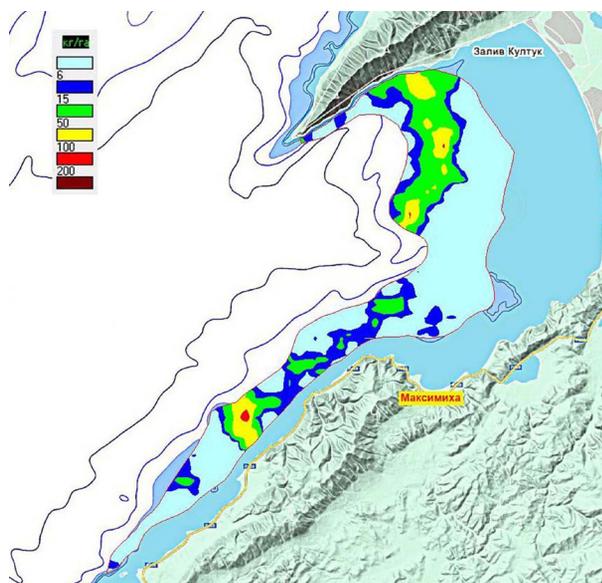
При проведении съемки вдоль **западного берега** оз. Байкал протяженных и плотных скоплений омуля отмечено не было. На отдельных участках омуль регистрировался на свалах глубин в придонных слоях и в виде отдельных особей в пелагическом слое. Результаты исследований вдоль **восточного побережья** показали большее количество омуля по сравнению с за-

падным. Скопления были более протяженными и плотными. Особи омуля регистрировались как в придонном, так и пелагическом слоях. В районе **Ушканьих островов** существенных концентраций омуля не наблюдалось, он реги-



**Рисунок 8.** Распределение биомассы омуля в Малом море. Размерность шкалы: 0-6; 6-15; 15-50; 50-100; 100-200 кг/га

**Figure 8.** Distribution of omul biomass in the Small Sea. Scale dimension: 0-6; 6-15; 15-50; 50-100; 100-200 kg/ha



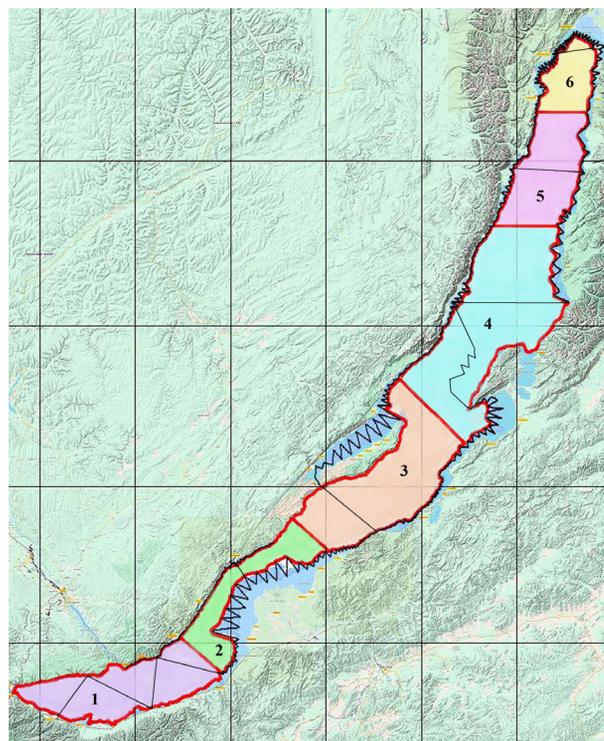
**Рисунок 9.** Распределение биомассы омуля в Баргузинском заливе. Размерность шкалы: 0-6; 6-15; 15-50; 50-100; 100-200 кг/га

**Figure 9.** Distribution of omul biomass in the Barguzin Bay. Scale dimension: 0-6; 6-15; 15-50; 50-100; 100-200 kg/ha

стрировался в виде отдельных рыб низкой объемной плотности на горизонтах до 350 метров. Плотных скоплений не наблюдалось.

Для оценки характера распределения омуля и его численности в пределах **глубоководной части** были дополнительно выполнены контрольные разрезы, пересекающие оз. Байкал (рис. 10). Ограниченное количество времени проведения гидроакустических работ не позволило выполнить детальную гидроакустическую съемку, однако в будущем такие исследования выполнить планируется. Акватория озера была разделена на шесть отдельных районов, в пределах которых проходили контрольные разрезы. На рисунке 10 представлена карта галсов в глубоководной части оз. Байкал. Площади акваторий были рассчитаны за вычетом площадей прибрежных и рыбопромысловых районов (полигонов). На основании средних значений поверхностных плотностей (в размерностях экз./га и кг/га) на контрольных разрезах и площадей акваторий удалось впервые оценить численность и биомассу омуля для той части оз. Байкал, которые находились за пределами полигонов (промрайонов). В результате численность особей на всей акватории Байкала, обследованной в 2024 г., составила 37,08 млн экз., а биомасса – 8,6 тыс. тонн. Обширность района исследований была весьма значительна и составила 2,8 млн га (табл. 2).

Исторически, наиболее значимыми промысловыми районами на оз. Байкал, помимо Селенгинского района, были Северный Байкал, Малое море и Баргузинский залив. В 2021 г. были проведены гидроакустические съемки на акватории Селенгинского мелководья и Северного Байкала. В 2022 г. акватории исследований были расширены и также были проведены гидроакустиче-



**Рисунок 10.** Карта галсов в глубоководной части озера Байкал

**Figure 10.** Map of tacks in the deepwater part of Lake Baikal

ские съемки на акватории Малого моря и Баргузинского залива. В 2023 и 2024 гг. в этих четырех районах работы были продолжены.

В таблицах 3-6 представлены результаты количественной оценки запасов омуля за четыре года исследований. Ежегодные съемки были выполнены примерно в одни и те же сроки.

**Таблица 2.** Биомасса и численность омуля на всей акватории озера Байкал в 2024 году / **Table 2.** Biomass and abundance of omul in the entire water area of Lake Baikal in 2024

Район	Площадь, тыс. га	Биомасса/Численность	
		тыс. тонн	млн. экз.
Полигоны (промрайоны)	302,7	6,24	28,96
Прибрежные районы	135,1	0,37	2,38
Глубоководные районы	2 402,6	2,00	5,74
<b>ИТОГО</b>	<b>2 840,4</b>	<b>8,61</b>	<b>37,08</b>

**Таблица 3.** Результаты количественной оценки омуля на Селенгинском мелководье / **Table 3.** Results of quantitative assessment of the omul in the Selenginsky shallow water

Дата	Площадь, га	Биомасса/Численность	
		тонн	экз.
26.05 - 28.05.2021	145 010	4 108	11 386 971
23.05 - 26.05.2022	145 122	4 498	28 751 555
27.05 - 29.05.2023	145 125	713	2 616 708
30.05 - 02.06.2024	158 960	4 430	17 876 311

**Таблица 4.** Результаты количественной оценки омуля на акватории Северного Байкала / **Table 4.** Results of quantitative assessment of the omul in the waters of Northern Baikal

Дата	Площадь, га	Биомасса/Численность	
		тонн	экз.
29.05 - 04.06.2021	14 686	992	6 374 424
04.06 - 06.06.2022	20 677	946	5 926 228
07.06 - 09.06.2023	27 117	1 006	5 636 710
06.06 - 08.06.2024	31 730	882	6 874 259

**Таблица 5.** Результаты количественной оценки омуля на акватории Малого моря / **Table 5.** Results of quantitative assessment of the omul in the waters of the Small Sea

Дата	Площадь, га	Биомасса/Численность	
		тонн	экз.
31.05 - 01.06.2022	52 095	320	3 329 209
29.05 - 30.05.2023	50 722	233	1 448 500
02.06 - 03.06.2024	71 032	448	1 957 519

**Таблица 6.** Результаты количественной оценки омуля на акватории Баргузинского залива / **Table 6.** Results of quantitative assessment of the omul in the water area of the Barguzin Bay

Дата	Площадь, га	Биомасса/Численность	
		тонн	экз.
01.06 - 03.06.2022	36 847	168	1 833 544
02.06 - 04.06.2023	36 949	121	699 970
09.06 - 11.06.2024	38 732	477	2 252 752

Низкие оценки запаса омуля в 2023 г. на акватории Селенгинского мелководья, по сравнению с 2021, 2022 и 2024 годами, видимо, связаны с затяжной весной и, как следствие, аномально низкой температурой воды в районе работ, что сказалось на его перераспределении в озере.

Биомасса омуля в 2022 и 2024 годах в **Селенгинском районе**, с учетом доверительных интервалов, была примерно равной, но его численность в 2022 г. была в 1,6 раза больше. Следовательно, средние показания длина/возраст в 2024 г. были выше показателей 2022 г., а это значит, что в 2022 г. количество мелкой рыбы было значительно больше по сравнению с 2021 и 2024 годами (табл. 3).

На **Северном Байкале** ситуация с биомассой омуля остается стабильной и вариабельность ее значений была невысокой, за исключением 2024 г., когда соотношение биомассы к численности было наименьшим, что связано с ростом доли более мелких и молодых рыб в общей численности омуля в данном районе (табл. 4).

В **Малом море** соотношение биомассы к численности было наименьшим в 2022 году. В 2023 г. этот показатель вырос и оказался максимальным в 2024 г., что говорит о росте сред-

них показателей длина-вес, а, следовательно, увеличении доли более взрослых рыб в общей численности (табл. 5).

В 2024 г. показания биомассы и численности омуля в **Баргузинском заливе** были максимальными. Особенно выросла его биомасса: в 2,8 раза по сравнению с 2022 г. и в 4 раза по сравнению с 2023 г. (табл. 6). Рост численности был не столь значительным: в 1,2 раза в сравнении с 2022 г. и в 3,2 раза – в сравнении с 2023 годом. Снижение биомассы и численности омуля в 2023 г. на акватории Баргузинского залива по сравнению с 2022 г. возможно связано с той же причиной, что и в Селенгинском районе.

В сумме в 2024 г. была получена максимальная оценка по биомассе на 4 полигонах (промысловых районах) –  $6237 \pm 212$  т, однако максимальная численность омуля наблюдалась в 2022 г., при высокой доле неполовозрелых рыб.

Согласно расчетам, выполненным с использованием когортной модели, начиная с 1995 г., в течение 10-летнего периода отмечалось стремительное сокращение общей и нерестовой биомасс омуля, которое в дальнейшем, с 2005 по 2011 гг., сменилось фазой стабилизации. Однако затем снижение запасов продолжилось, и в 2018-2020 гг. значения достигли историче-

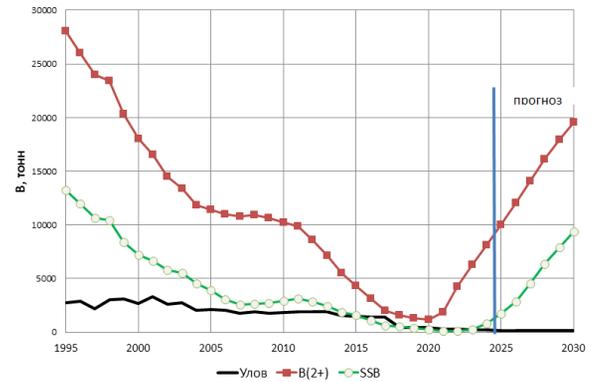
ского минимума (рис. 11). Первые признаки роста общей биомассы появились лишь начиная с 2021 г., то есть через 3 года после полного запрета промысла. В дальнейшем отмечался стремительный рост общего запаса, который в 2024 г. достиг 8 тыс. тонн. Первые признаки восстановления нерестового запаса появились лишь недавно – в 2024 г., то есть через 6 лет после полного запрета промысла. Приведенные данные свидетельствуют о своевременности принятых мер, направленных на прекращение нерационального рыболовства.

Для прогноза восстановления запасов омуля на период с 2025 по 2030 гг. были выполнены расчеты, в которых численность пополнения в возрасте 2 лет была принята равной средним значениям за 2021-2024 годы. Допускалось, что объёмы годового вылова на перспективу приняты равными 150 тонн. В расчетах использованы оценки численности и относительной селективности промысла, полученные в рамках ретроспективного анализа по модели TISVPA. Значения средней массы, доли половозрелости и мгновенного коэффициента естественной смертности по возрастным группам были приняты равными среднепогодным данным. С учетом вышеперечисленных допущений возможное достижение общей биомассы уровня 1999 г. – 20 тыс. т – прогнозируется в 2030 г., а нерестовой биомассы – 9 тыс. тонн. Следует отметить, что выполненные расчеты имеют ряд допущений и данный прогноз носит оптимистический характер, поэтому следует воспринимать полученные цифры, как максимально возможные. Безусловно, дальнейшие исследования позволят уточнить реальный сценарий восстановления запасов байкальского омуля.

За счет чего начался процесс восстановления запасов? Безусловно, очень важную роль сыграли беспрецедентные меры, направленные на пресечение браконьерского лова и реализации продукции из него. Однако отправной точкой, несомненно, является эффективность воспроизводства, ориентировочным уровнем которой является численность скатившихся в озеро личинок.

Динамика ската личинок омуля из разных нерестовых рек с 2012 по 2024 гг. показала, что в 2012-2013 гг. их численность составляла около 2 млрд штук. В дальнейшем отмечалось резкое сокращение численности, и в 2016 г., накануне запрета промысла, был отмечен исторический минимум – 303 млн штук. В 2017-2018 гг. отмечен примерно тот же уровень – 346 и 349 млн шт., соответственно.

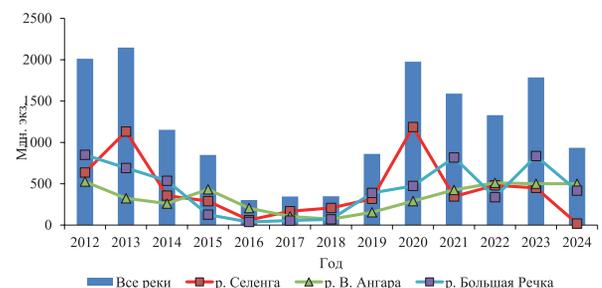
Начиная с 2019 г. наметилась тенденция увеличения количества скатывающихся личинок. В 2020 г. скатилось 1976 млн шт. личинок



**Рисунок 11.** Общая (B 2+) и нерестовая (SSB) биомасса байкальского омуля в 1995-2024 гг. и прогноз до 2030 г. (модель TISVPA)

**Figure 11.** Total (B2+) and spawning (SSB) biomass of the Baikal omul in 1995-2024 and forecast until 2030 (TISVPA models)

из всех нерестовых рек, что в дальнейшем позволило сформироваться урожайному поколению, которое в настоящее время обеспечивает рост запасов. Основное увеличение ската отмечено в р. Селенге (1186 млн личинок), где воспроизводится пелагическая МЭГ. К сожалению, численность скатившихся личинок в 2024 г. значительно снизилась по сравнению с 2020 г. и составила лишь 935 млн шт. (рис. 12). Особое беспокойство вызывает зафиксированный исторический минимум ската личинок из р. Селенга – 18 млн шт., который в перспективе негативно скажется на темпах восстановления запасов. Таким образом, данные 2024 г. могут иметь негативные последствия и внесут свои коррективы в ранее представленный оптимистичный сценарий (см. рис. 11), основной чертой которого является прогнозируемый стремительный рост запасов.



**Рисунок 12.** Численность личинок омуля, скатившихся в озеро Байкал в 2012-2024 гг. из различных рек

**Figure 12.** The abundance of omul larvae that rolled into Lake Baikal in 2012-2024 from different rivers

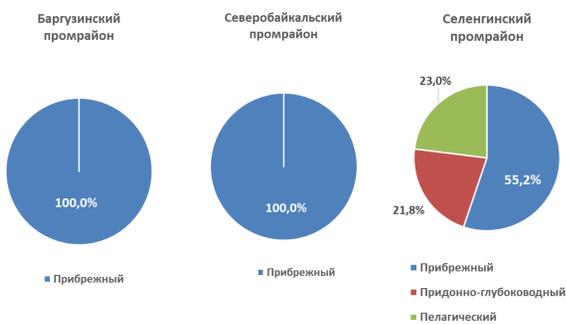
Неводные обловы показали, что наиболее привязанными к местам воспроизводства в нагульный период являются особи пелагической и придонно-глубоководной МЭГ, размножающихся в реках Селенга и Большая Речка. Представители прибрежной МЭГ мигрируют по всей акватории озера (рис. 13), несмотря на то, что основное размножение у них отмечено в реках Верхняя Ангара и Кичера на Северном Байкале, и в меньшей степени – в р. Баргузин.

Возрастная структура омуля оз. Байкал была представлена особями от 2 до 12 лет. Весьма многочисленным, представляющим основу промышленного запаса, в прибрежной и пелагической МЭГ, было поколение 2020 года рождения. Основу запаса придонно-глубоководной МЭГ составляли рыбы в возрасте 6-8 лет (рис. 14), то есть поколения 2016-2018 годов рождения.

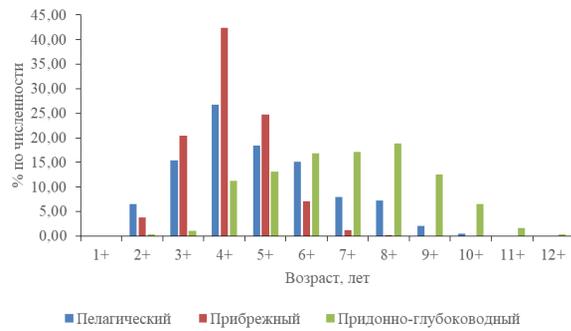
Расчеты, выполненные с использованием математического моделирования, показали, что численность поколения 2020 года рождения столь высока, что соответствует численности поколений 90-х годов (рис. 15).

Представители прибрежной МЭГ созревают быстрее, чем особи других МЭГ. В 2024 г. доля половозрелых рыб в возрасте 5 лет превышала 60%. Воспроизводство представителей прибрежной МЭГ имеет все предпосылки быть эффективным, так как размножение протекает в реках Верхняя Ангара и Кичера. Эта местность слабо заселена и там отсутствуют промышленные предприятия, поэтому условия естественного воспроизводства близки к оптимальным.

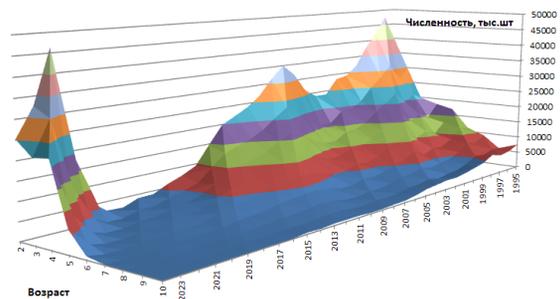
Необходимо отметить, что пелагическая МЭГ находится в более сложном положении в части восстановления запаса, так как массовое созревание особей происходит на 3 года позже – в возрасте 8 лет. Минимальное пополнение 2016-2018 годов



**Рисунок 13.** Соотношение морфо-экологических групп омуля (по весу) в уловах закидных неводов в различных рыбопромысловых районах в 2024 году  
**Figure 13.** The ratio of morpho-ecological groups of omul (by weight) in catches of seine nets in various fishing areas in 2024



**Рисунок 14.** Возрастной состав омуля из разных морфо-экологических групп в уловах закидных неводов в 2024 году  
**Figure 14.** The age composition of the omul from different morphological and ecological groups in the catches of seine nets in 2024



**Рисунок 15.** Оценки численности байкальского омуля по возрастным группам в 1995-2024 годах  
**Figure 15.** Estimates of the abundance of Baikal omul by age groups in 1995-2024

рождения негативно отразилось на численности рыб. Отмеченное в текущем 2024 г. преобладание в уловах рыб 2020 года рождения свидетельствует в пользу того, что в 2028 г. произойдет существенное увеличение нерестового запаса.

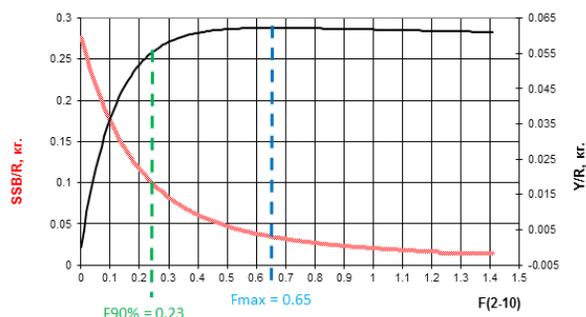
Численность придонно-глубоководного омуля практически полностью поддерживается за счет искусственного воспроизводства, осуществляемого на Большереченском рыбоводном заводе. Особи этой группы характеризуются самым поздним созреванием, возраст массового полового созревания – 8-9 лет. Такая особенность обусловлена обитанием рыб преимущественно в зоне больших глубин с пониженной температурой воды.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПРОМЫСЛА

В истории освоения запасов омуля уже был прецедент закрытия промысла в 1969-1975 годах. После окончания запрета и проведения научных работ в 1976-1981 гг., с 1982 г. был начат

экспериментальный, а затем – промышленный (с 1987 г.) лов данного вида. Таким образом, от введения запрета промысла до его возобновления прошло 11 лет. В первые 8 лет промысла биомасса омуля находилась на высоком уровне и достигала в среднем 24 тыс. тонн. В дальнейшем, начиная с 1995 г., как уже упоминалось выше, наблюдалось стремительное сокращение запасов и достижение исторического минимума накануне введения запрета на промысел.

В настоящее время еще преждевременно говорить о возобновлении промысла, однако предварительные данные, полученные в 2024 г., свидетельствуют о необходимости обсуждения вопроса будущего регулирования промысла. В связи с тем, что в настоящее время вклад в численность пополнения вносится как естественным, так и искусственным воспроизводством, нет оснований опираться на ориентиры управления, связанные с максимальным устойчивым уловом [15], существенным элементом которого является оценка связи «запас-пополнение». Более обоснованным представляется получение максимальной биомассы улова на единицу пополнения (максимум улова на рекрута). На рисунке 16 представлены изменчивость нерестового запаса на единицу пополнения ( $SSB/R$ ) и уловов на единицу пополнения ( $Y/R$ ), в зависимости от величины среднего для возрастных групп 2-10 лет значения мгновенного коэффициента промысловой смертности  $F(2-10)$ . Оценка промысловой смертности, соответствующая максимуму кривой уловов на единицу пополнения, оказалась весьма высока:



**Рисунок 16.** Зависимость биомассы нерестового запаса на единицу пополнения ( $SSB/R$ ) и уловов на единицу пополнения ( $Y/R$ ) от величины среднего для возрастных групп 2-10 значения мгновенного коэффициента промысловой смертности  $F(2-10)$

**Figure 16.** The dependence of the biomass of the spawning stock per recruitment unit ( $SSB/R$ ) and catches per recruitment unit ( $Y/R$ ) on the average value of the instantaneous fishing mortality coefficient  $F(2-10)$  for age groups 2-10

$F_{max} = 0,65$ . Отметим, однако, что 90% максимальной величины  $Y/R$  достигается уже при  $F_{90\%} = 0,23$ . По нашим оценкам, такая или более низкая промысловая смертность имела место до 2001 года. После 2001 г. промысловая смертность росла, достигнув максимума в 2016 году. Поэтому представляется необходимым в дальнейшем принять  $F_{90\%} = 0,23$  в качестве целевого ориентира по промысловой смертности.

По нашим прогнозным оценкам, к 2030 г. биомасса нерестового запаса превзойдет уровень 2001 г., что может дать возможность проведения экспериментального промысла. Если начать экспериментальный промысел с минимально наблюдавшейся с 1995 г. промысловой смертности, равной 0,1, объем допустимого вылова составит около 1670 тонн. Однако следует иметь в виду, что эта цифра является во многом весьма приблизительной и будет уточнена в течение 2025-2026 гг., после получения актуализированных данных по биомассе и структуре запаса омуля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2024 г. впервые была выполнена столь масштабная и подробная гидроакустическая съемка запасов байкальского омуля в пределах всей акватории озера, которая позволила оценить запасы на 4 полигонах (рыбопромысловых районах), прибрежных и глубоководных районах. На площади 2,8 млн га общая численность омуля составила 37 млн экз., а биомасса 8,6 тыс. тонн. Результаты, полученные с использованием математического моделирования, показали близкую оценку запаса в 2024 г. – 8 тыс. тонн.

Основные запасы в 2024 г. сконцентрированы на Селенгинском мелководье и составляют 51% от учтенной биомассы для всей акватории Байкала. Существенно возросла биомасса омуля в Баргузинском заливе, также наблюдался количественный рост омуля в Малом море. Как и в предыдущие годы, плотные скопления регистрировались на акватории Северного Байкала. По сравнению с предыдущими наблюдениями произошло пространственное перераспределение скоплений, и самые высокие концентрации были зарегистрированы не у г. Нижнеангарск, а южнее г. Северобайкальск.

Отмечена исключительно высокая, сопоставимая с 90-ми годами, численность поколения 2020 года рождения, что окажет положительное влияние на восстановление запасов омуля в ближайшие годы.

Согласно предварительным данным математического моделирования, при условии численности пополнения промыслового запаса на уровне 2021-2024 гг. (поколения 2019-2022 годов рождения), прогнозируется стремительный рост запасов омуля в ближайшие годы, что

создает предпосылки для возобновления промысла. Исследования 2025-2026 гг. позволят уточнить возможные сроки открытия промысла и рекомендуемые объемы вылова.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors advertise the rejection of the conflict of interests.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Смирнов В. В., Шумилов И. П. Омули Байкала. – Новосибирск. Наука. Сиб. отд-ние. 1974. 160 с.
2. Калягин Л.Ф., Майстренко С.Г. Динамика распределения морфо-экологических групп байкальского омуля по акватории Байкала // Экологически эквивалентные виды гидробионтов в великих озерах мира: Материалы международного симпозиума. – Улан-Удэ. 1997. С. 33-35
3. Майстренко С.Г., Майстренко М.А. Многолетняя динамика основных биологических показателей морфо-экологических групп байкальского омуля (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi) // Сибирский экологический журнал. Новосибирск. 1997. С. 417-423
4. Соколов А.В., Петерфельд В.А., Васильев Д.А. Оценка современного состояния байкальского омуля с использованием аналитических методов // Вестник рыбохозяйственной науки. 2018. Т. 5. № 1 (17). С.36-45
5. Петухова Н.Г. Оценка состояния прибрежной морфо-экологической группы байкальского омуля // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VII научно-практической конференции молодых учёных с международным участием. 2019. С. 389-393
6. Петухова Н.Г., Бобырев А.Е., Соколов А.В. Состояние селенгинской популяции байкальского омуля в условиях моратория на вылов // Труды ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. 2019. Т. 177. С. 140-150.
7. Петухова Н.Г. Бобырев А.Е., Соколов А.В. Результаты анализа состояния придонно-глубоководной морфо-экологической группы байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) // Вопросы рыболовства. 2020. Т. 21. №3. С. 283-294
8. Мельник Н.Г. Смирнова-Залуми Н.С., Смирнов В.В. и другие. Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. / Новосибирск: Наука. 2009. С. 45, 48. ISBN: 978-5-02-023228-0
9. Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. Географическая информационная система «КартМастер» // Рыбное хозяйство. 2007. № 1. С. 96-99.
10. Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геоestatистика: теория и практика/ Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: Наука. 2010. С. 64-134. ISBN 978-5-02-037478-2
11. Kanevski M., Maignan M. Analysis and Modelling of Spatial Environmental Data, EPFL Press. Lausanne. Switzerland. 2004. ISBN 0-8247-5981-8. 288 p.
12. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть. 1966. 376 с.
13. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах. – Л.: ГосНИОРХ. 1986. 65 с.
14. Васильев Д.А. Когортные модели и анализ промысловых биоресурсов при дефиците информационного обеспечения. – М.: ВНИРО. 2001. 110 с.

15. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). – М.: ВНИРО. 2000. 192 с.

## LITERATURE AND SOURCES

1. Smirnov V.V., Shumilov I. P. (1974). Omuls of Baikal – Novosibirsk. Science. Siberian Branch 160 p. (In Russ.).
2. Kalyagin L.F., Maistrenko S.G. (1997). Distribution dynamics of of morpho-ecological groups of Baikal omul in the waters of Lake Baikal // Ecologically equivalent species of hydrobionts in the great lakes of the world: Proceedings of the International symposium. – Ulan-Ude. Pp. 33-35. (In Russ.).
3. Maistrenko S.G., Maistrenko M.A. (1998). Long-term dynamics of the main biological indicators of morpho-ecological groups of Baikal omul (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi) // Siberian Ecological Journal. Novosibirsk. Pp. 417-423. (In Russ.).
4. Sokolov A.V., Peterfeld V.A., Vasil'ev D.A. (2018). Assessment of the current state of Baikal omul using analytical methods // Bulletin of fisheries science. Vol. 5. No. 1 (17). Pp. 36-45. (In Russ.).
5. Petukhova N.G. (2019). Assessment of the state of the coastal morpho-ecological group of the Baikal omul // Modern problems D. A. and prospects for the development of the fisheries complex: materials of the VII scientific and practical conference of young scientists with international participation. Pp. 389-393. (In Russ.).
6. Petukhova N.G., Bobyrev A.E., Sokolov A.V. (2019). The status of the Selenga population of Baikal omul under moratorium on the fishery // Trudy VNIRO. Vol. 177. Pp. 140-150.
7. Petukhova, N.G., Bobyrev A.E., Sokolov A.V. Results of the state analysis for deep-water morpho-ecological group of the Baikal omul (*Coregonus migratorius*, (Georgi, 1775)) // Problems of fisheries. 2020. Vol. 21. №3. Pp. 283-294. (In Russ.).
8. Melnik N.G., Smirnova-Zalumi N.S., Smirnov V.V. and others. (2009). Hydroacoustic accounting of the Baikal Omul resources. – Novosibirsk: Nauka. Pp. 45, 48. ISBN: 978-5-02-023228-0. (In Russ.).
9. Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V. (2007). The geographical informational system «CardMaster» // Fisheries. №1. Pp. 96-99. (In Russ.).
10. Demyanov V.V., Savelyeva E.A. (2010). Geostatistics: theory and practice/ Institute of Problems of safe development of Nuclear Energy RAS. – M.: Nauka. Pp. 64-134. ISBN 978-5-02-037478-2. (In Russ.).
11. Kanevski M., Maignan M. (2004). Analysis and Modelling of Spatial Environmental Data, EPFL Press, Lausanne, Switzerland. ISBN 0-8247-5981-8. 288 p.
12. Pravdin I.F. (1966). A guide to the study of fish. – M.: Food industry. 376 p. (In Russ.).
13. Methodological guidelines for the collection and processing of ichthyological material in small lakes. – L.: GosNIORH. 1986. 65 p. (In Russ.).
14. Vasil'ev D.A. (2001). Cohort models and analysis of commercial bioresources with a lack of information support. – M.: VNIRO. 110 p. (In Russ.).
15. Babayan V.K. (2000). A precautionary approach to the assessment of the total allowable catch (ODE). – Moscow: VNIRO. 192 p. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 08.10.2024  
Принят к публикации / Accepted for publication 08.10.2024