



Информация. Экспедиции / Information

Результаты ресурсных гидроакустических съёмок байкальского омуля на рыбопромысловых акваториях озера Байкал в весенне-летний период 2022 года

С.М. Гончаров¹, С.Б. Попов¹, В.А. Петерфельд², А.В. Базов², Н.Г. Ключарева¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Окружной проезд, 19, Москва, 105187

² Байкальский филиал ФГБНУ ВНИРО («БайкалНИРО»), ул. Хахалова, 4Б, г. Улан-Удэ, 670034

E-mail: sgonch@vniro.ru

Целью проведённых научных работ является количественная оценка численности и биомассы байкальского омуля в пределах четырёх рыбопромысловых акваториях озера Байкал (Селенгинское мелководье, Северный Байкал, Малое море, Баргузинский залив), построение карт пространственного распределения рыбных концентраций на обследованных акваториях.

Метод сбора и обработки данных основан на проведении гидроакустической съёмки, в процессе которой производится запись эхосигналов вдоль маршрута следования судна по заранее спланированной сетке галсов. Для расчёта значений поверхностных плотностей вдоль галсов съёмки применялся метод эхоинтегрирования. Для численной оценки запасов омуля и его распределения в пределах обследованных акваторий использовался геостатистический интерполятор Kriging.

Новые данные показали, что в основном рыбопромысловом районе озера Байкал Селенгинском мелководье, наблюдалась высокая численность молоди омуля, размером менее 22 см поколения 2018 г. и младше. В районах Малого моря и Баргузинского залива существенных скоплений рыб не зарегистрировано. На Северном Байкале численность и биомасса омуля была сопоставима с результатами 2021 г.

Практическая значимость результатов работ состоит в количественной оценке запасов омуля и его распределения на рыбопромысловых акваториях озера Байкал для прогнозирования его запасов.

Ключевые слова: озеро Байкал, омуль *Coregonus migratorius*, гидроакустическая съёмка, численность и биомасса, контрольные обловы.

Results of resource hydroacoustic surveys of the Baikal omul in the fishing waters of Lake Baikal in the spring-summer period of 2022

Sergey M. Goncharov¹, Sergey B. Popov¹, Vladimir A. Peterfeld², Andrey V. Bazov², Natalia G. Kluchereva¹

¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

² Baikal Branch of «VNIRO» («BaikalNIRO»), 4b Hahalova St., Ulan-Ude, 670034, Russia

The purpose of the work carried out is to quantify the abundance of the Baikal omul within the four fishing areas of Lake Baikal (Selenginsky shallow water, Northern Baikal, the Small Sea, Barguzin Bay), to build maps of the spatial distribution of fish concentrations in the surveyed waters.

The data collection and processing method is based on hydroacoustic survey, during which echo signals are recorded in the vertical direction along the route of the ship along a pre-planned transects. To calculate the values of surface densities along the survey transects, the echo integration method was used. When calculating surface density values, data from control catches are used. The Kriging geostatistical interpolator was used to numerically estimate the stocks of omul and its distribution within the surveyed water areas.

New data have showed that in the main fishing area of Lake Baikal, the Selenginsky shallow water, there was a high abundance of juvenile omul, less than 22 cm in size of the 2018 generation and younger. In the areas of the Small Sea and the Barguzin Bay, no significant accumulations of fish were recorded. In Northern Baikal, the abundance and biomass of the omul was comparable to the results of 2021.

The practical significance of the research results is the quantitative assessment of the omul stocks and its distribution in the fishing areas of Lake Baikal in order to predict its stocks.

Keywords: Lake Baikal, omul *Coregonus migratorius*, hydroacoustic survey, biomass and numbers, control catches.

Исследования были проведены на основании Федерального закона от 01.05.1999 № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» (с изменениями на 18 июля 2019 г.)¹, Федерального проекта «Сохранение озера Байкал», входящего в национальный проект «Экология» (срок

реализации проекта 01.01.2019–31.12.2024), а также в соответствии с календарным планом государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» (Подраздел 11.4). Гидроакустические съёмки были выполнены в четырёх районах озера Байкал: Селенгинское мелководье, Северный Байкал, Малое море, Баргузинский залив. Для

¹ <https://base.garant.ru/2157025/>

проведения гидроакустических съёмов на рыбопромысловых акваториях озера Байкал был использован научный эхолот EY500 (Simrad), являющийся стандартизованным аппаратным средством для количественной оценки гидробионтов, с частотой заполнения ультразвукового импульса посылки 70 кГц и антенной ES 70–11 (ширина диаграммы направленности 11°) с расщеплённым лучом. Скорость движения судна при проведении гидроакустических съёмов составляла 9–11 км/час. Съёмка на акватории Селенгинского мелководья была выполнена на НИС «Г.Ю. Верещагин». Съёмки на акваториях Малого моря, Баргузинского залива и Северного Байкала были выполнены на катере КС-951. По завершении работ 07.06.2022 г. в заливе Аяя при идеальных погодных условиях и отсутствии течений была выполнена сквозная калибровка аппаратуры по образцовому шару, изготовленному из электролитической меди диаметром 32 мм и TS равной –39,2 дБ. Для расчёта значений поверхностных плотностей вдоль галсов съёмки использовался метод эхоинтегрирования, сила цели (TS, дБ) омуля вычислялась по уравнению [Гончаров и др., 2008]:

$$TS = 20 \times \log(L) - 64,24. \quad (1)$$

Интервал интегрирования при обработке данных гидроакустических съёмов на акватории Селенгинского мелководья и Малого моря составил 500 м, Северного Байкала и Баргузинского залива – 250 м.

В качестве интерполятора при построении карт пространственного распределения омуля использовался геостатистический метод интерполяции «Kriging».

Биомасса или численность определялась как интеграл поверхностной плотности после интерполяции данных, в пределах обследованной акватории. Расчёты численности и биомассы омуля, построение карт пространственных распределений рыбных концентраций были выполнены средствами геоинформационной системы (ГИС) «КартМастер» [Бизиков и др., 2007] после ввода данных гидроакустических съёмов в гидроакустическую базу данных озера Байкал (ГАБД).

Для проведения контрольных обловов на Селенгинском мелководье использовался пелагический трал длиной по верхней подборе до 25 м, горизонтальное раскрытие – 15 м, вертикальное – 10 м, шаг ячеи в кутке 10–12 мм, а также, как и в 2021 г., закидной невод с ячеей от 22 мм до 24 мм. Для Малого моря и Баргузинского залива были использованы данные обловов неводом, выполненных в Баргузинском заливе. На Северном Байкале контрольные обловы были выполнены порядками ставных сетей длиной 168 м, с размером ячеи 14–40 мм в местах рыбных концентраций, определённых по показаниям научного эхолота EY500.

Сбор ихтиологического материала был выполнен в соответствии с общепринятыми методиками [Правдин, 1966; Методические указания..., 1986].

Гидроакустическая съёмка на акватории Селенгинского мелководья была выполнена в период с 23.05.2022 г. по 28.05.2022 г. Общая протяжённость галсов съёмки составила 360 км. На рис. 1–4 представлены фотографии характерных эхограмм скопления омуля на разных глубинах как пелагического, так

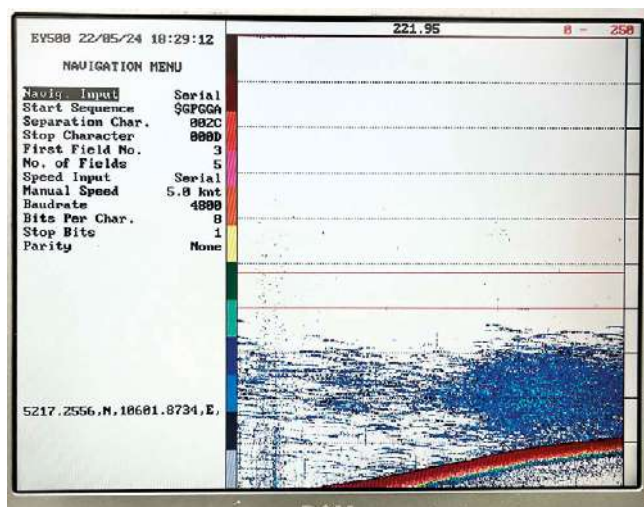


Рис. 1. Эхограмма пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 280 до 220 м

Fig. 1. Echogram of the omul pelagic concentrations. Depth range from 280 to 220 meters

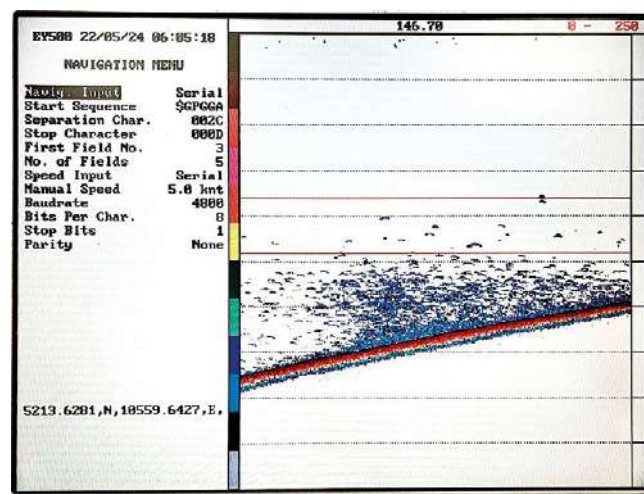


Рис. 2. Эхограмма придонных и пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 190 до 147 м

Fig. 2. Echogram of the omul bottom and pelagic concentrations. Depth range from 190 to 147 meters

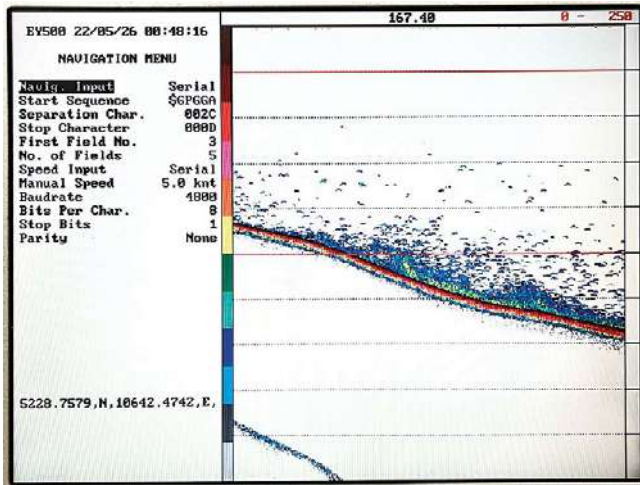


Рис. 3. Эхограмма плотных скоплений омуля. Диапазон глубин от 105 до 170 м

Fig. 3. Echogram of dense concentrations of omul. The depth range is from 105 to 170 meters

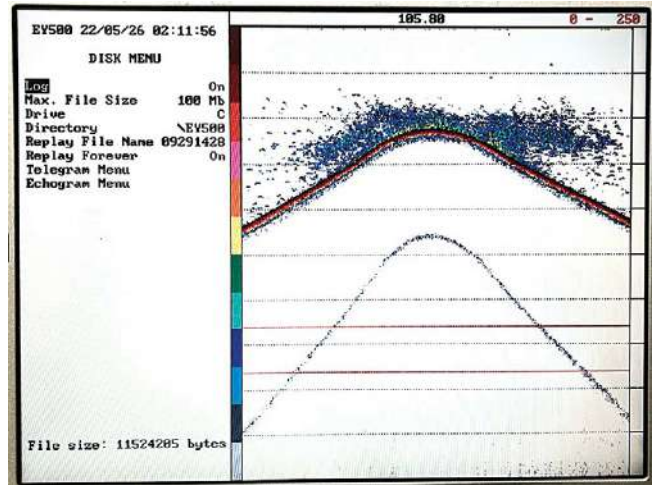


Рис. 4. Эхограмма придонных скоплений омуля. Диапазон глубин от 60 до 105 м

Fig. 4. Echogram of the omul bottom concentrations. The depth range is from 60 to 105 meters

и донного характера. Скопления омуля наблюдались в диапазонах глубин от 60 до 280 метров. Вертикальное развитие регистрируемых скоплений достигало 55 метров (рис. 1).

На рис. 5 и 6, соответственно, представлены карта распределения значений поверхностной плотности (экз/га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности на акватории Селенгинского мелководья. Всего было выполнено семь контрольных тралений. По данным биологического

анализа для расчёта биомассы омуля получена зависимость «длина-вес» для Селенгинского мелководья:

$$W = 0,0036 \times L^{3,3641} (P^2 = 0,9837), \quad (2)$$

где W – вес рыбы, г; L – промысловая длина, см.

Гидроакустическая съёмка на акватории Северного Байкала была выполнена в период с 04.06.2022 по 07.06.2022. Общая протяжённость галсов съёмки составила 240 км. На рис. 7 и 8 представлены фотографии некоторых характерных эхограмм скоплений

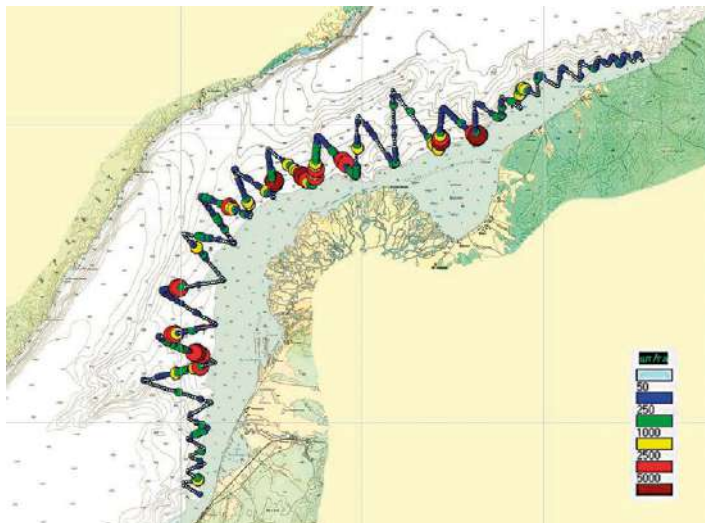


Рис. 5. Карта распределения поверхностной плотности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Селенгинского мелководья

Fig. 5. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the area of the Selenginsky shallow water

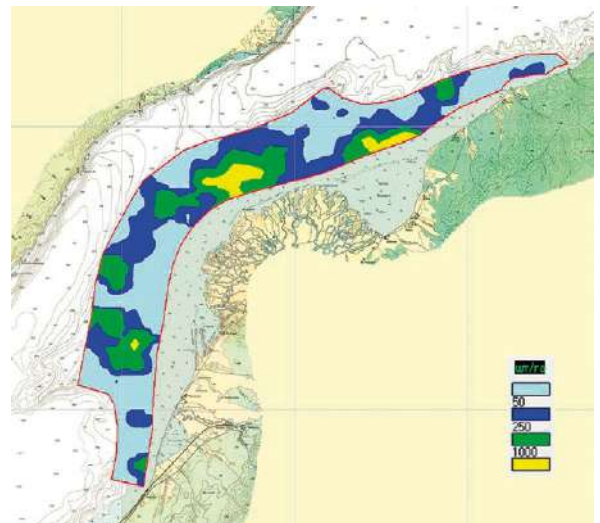


Рис. 6. Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Селенгинского мелководья

Fig. 6. The map of the omul density distribution (pcs/ha) in the area of the Selenginsky shallow water

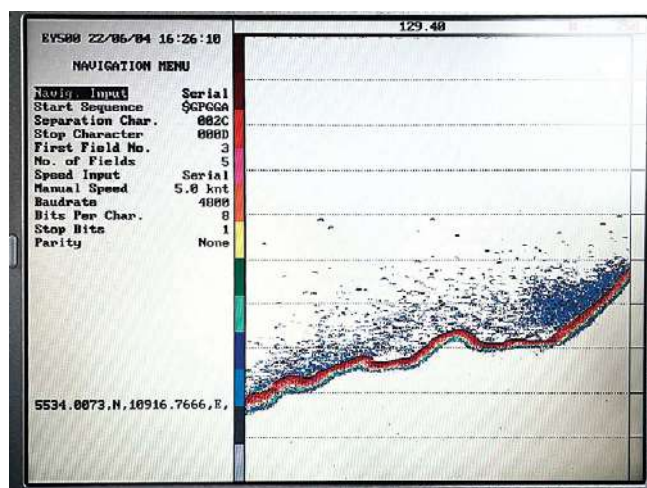


Рис. 7. Эхограмма придонных скоплений омуля. Диапазон глубин от 200 до 129 м

Fig. 7. Echogram the omul bottom concentrations. Depth range from 200 to 129 meters

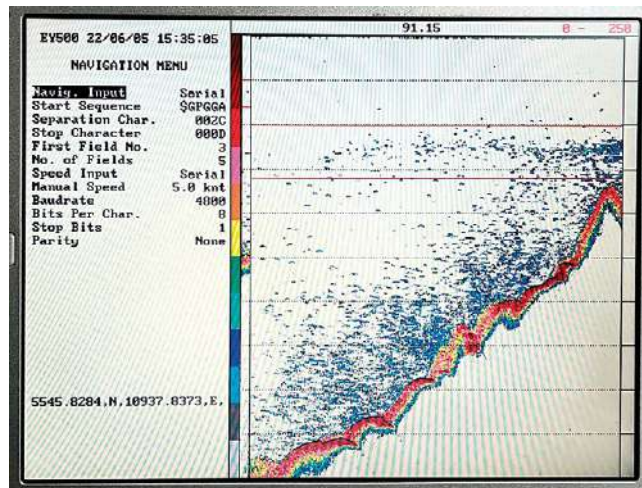


Рис. 8. Эхограмма пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 235 до 80 м

Fig. 8. Echogram of the omul pelagic concentrations. Depth range from 235 to 80 meters

омуля в пределах акватории Северного Байкала. По сравнению с данными 2021 года акватория съёмки была существенно расширена. Плотности регистрируемых косяков были сопоставимы с плотностями в 2021 году. Скопления омуля регистрировались в диапазоне глубин от 50 до 300 м.

На рис. 9 и 10 соответственно представлены карта распределения значений поверхностной плотности (экз/га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности на акватории Северного Байкала. По данным биологического анали-

за контрольных обловов для расчёта биомассы омуля получена зависимость «длина-вес» для Северного Байкала:

$$W = 0,0087 \times L^{3,0785} \quad (p^2 = 0,9725), \quad (3)$$

где W – вес рыбы, г; L – промысловая длина, см.

Гидроакустическая съёмка на акватории Мало-го моря была выполнена в период с 31.05.2022 по 01.06.2022. Общая протяжённость галсов съёмки составила 150 км. При проведении съёмки существенных скоплений омуля не было обнаружено. Только

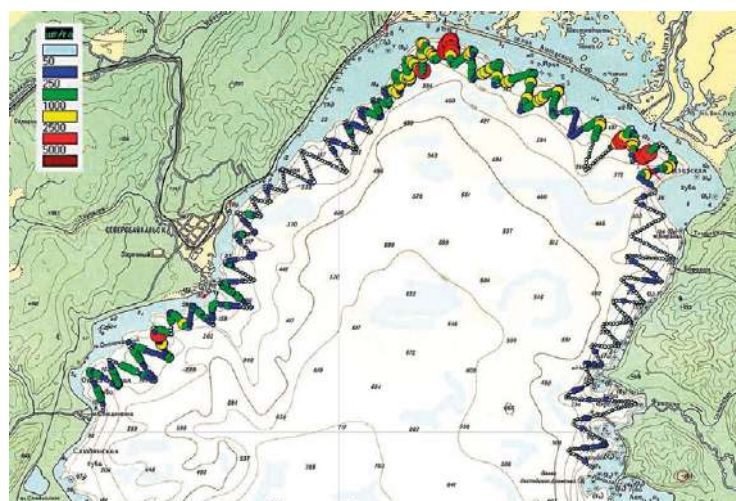


Рис. 9. Карта распределения поверхностной плотности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Северного Байкала

Fig. 9. The map of the omul surface density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of Northern Baikal

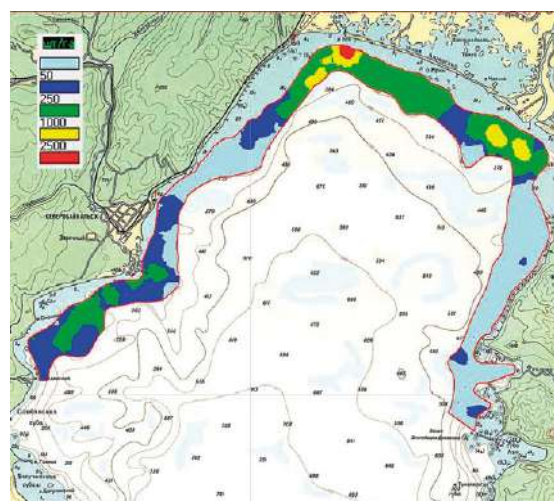


Рис. 10. Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Северного Байкала

Fig. 10. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of Northern Baikal

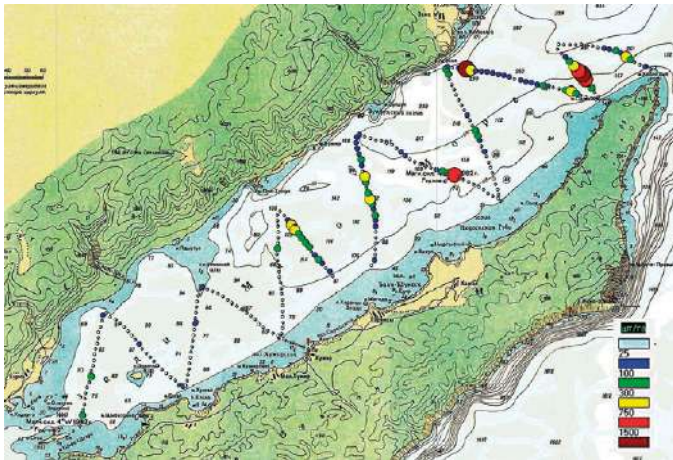


Рис. 11. Карта распределения поверхностной плотности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Малого моря

Fig. 11. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Small Sea

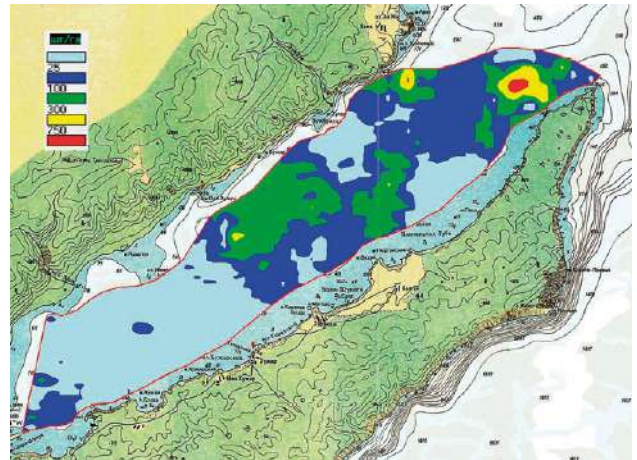


Рис. 12. Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Малого моря

Fig. 12. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Small Sea

при выходе из Малого моря через северные ворота были зарегистрированы скопления омуля, плотно прижатые ко дну на глубинах от 160 до 200 м. На рис. 11 и 12, соответственно, представлены карта распределения значений поверхностной плотности численности (экз/га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности на акватории Малого моря.

Гидроакустическая съёмка на акватории Баргузинского залива была выполнена в период с 01.06.2022 по 03.06.2022. Общая протяжённость галсов съёмки составила 167 км. Скопления омуля регистрировались на относительно небольшом участке от м. Безымян-

ный на 3–4 км в сторону пос. Усть-Баргузин. Непосредственно в Баргузинском заливе значимых скоплений омуля не наблюдалось. На отдельных участках регистрировались донные скопления омуля низкой плотности. Диапазон регистрации скоплений омуля составил от 110 до 220 м. На рис. 13, 14 представлены фотографии характерных эхограмм скоплений омуля в пределах акватории съёмки.

Карты распределения поверхностной плотности численности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности отображены на рис. 15 и 16. При расчётах биомассы омуля использовалась зависимость «длина-вес», по-

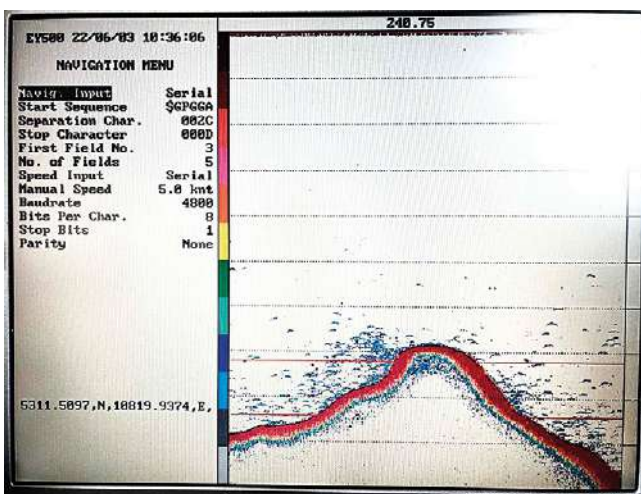


Рис. 13. Эхограмма пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 170 до 240 м

Fig. 13. Echogram of the omul pelagic concentrations. Depth range from 170 to 240 meters

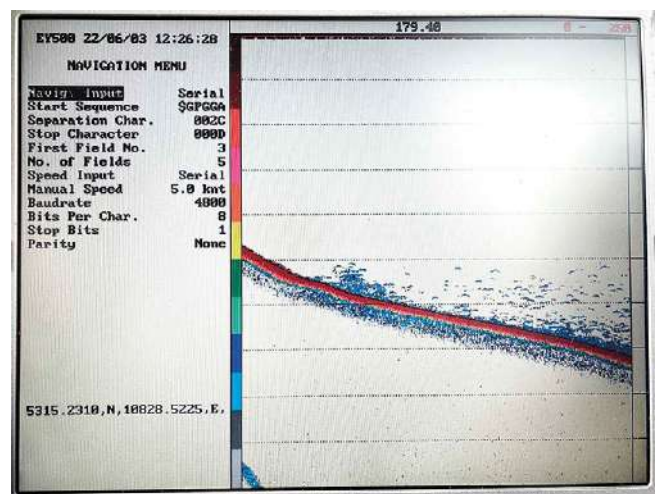


Рис. 14. Эхограмма придонного и пелагического скоплений омуля. Диапазон глубин от 118 до 180 м

Fig. 14. Echogram of the omul near-bottom and pelagic concentrations. Depth range from 118 to 180 meters

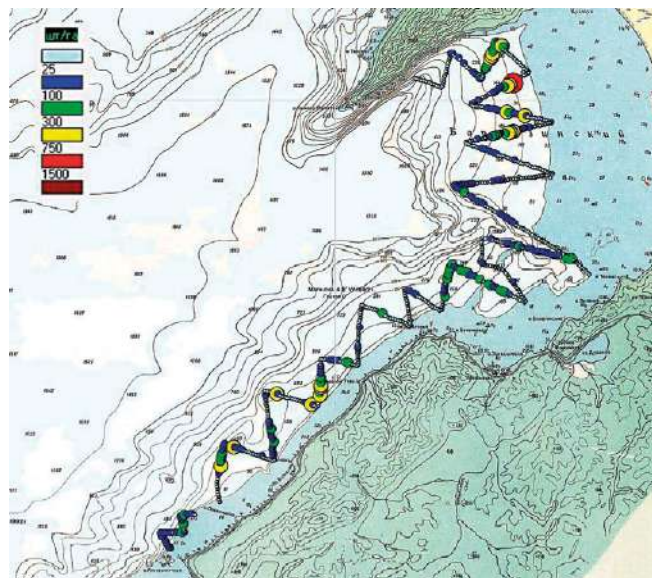


Рис. 15. Карта распределения значений поверхностной плотности численности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Баргузинского залива

Fig. 15. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Barguzin Bay

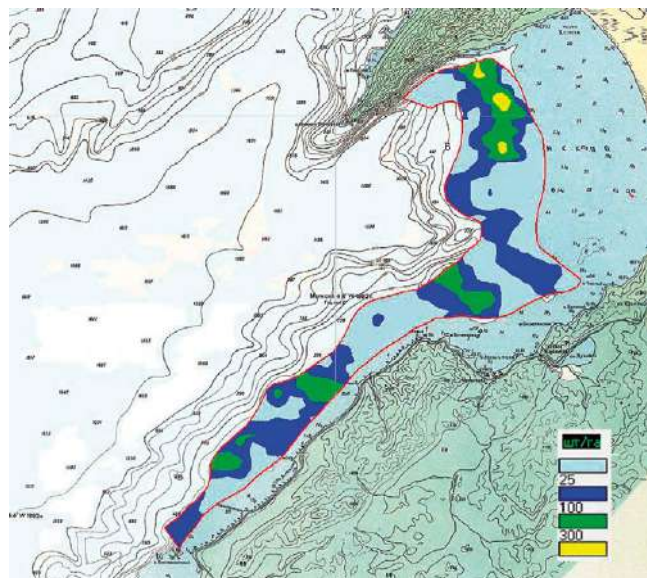


Рис. 16. Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Баргузинского залива

Fig. 16. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Barguzin Bay

лученная по результатам контрольных обловов в Баргузинском заливе.

По данным биологического анализа контрольных обловов для расчёта биомассы омуля получена зависимость «длина-вес»:

$$W = 0,0039 \times L^{3,3109} (R^2 = 0,9828), \quad (4)$$

где W – масса рыбы, г; L – промысловая длина, см.

В таблице представлены результаты расчётов омуля на рыбопромысловых акваториях озера Байкал в 2022 г. Биомасса, численность и средние значения плотностей на акватории Селенгинского мелководья, представленные в таблице, были рассчитаны, как и в 2021 году, с использованием результатов неводных обловов.

В 2022 г. (данные по неводным уловам) численность омуля в пределах обследованной акватории Селенгинского мелководья, аналогичной предыдущему году, увеличилась в 2,5 раза, при увеличении общей биомассы на 390 т (или 10%). При использовании данных траловых контрольных обловов численность омуля оказалась ещё выше при уменьшении общей биомассы, что объясняется существенно большим количеством мелких особей в улове, нежели при обловах неводом. Такое различие в размерно-весовом составе, возможно, связано с тем, что при тралениях скорость судна была недостаточной, и большая часть крупных особей уходила из устья трала.

Наибольшие плотности омуля были зарегистрированы на акватории Северного Байкала. Результаты

Таблица. Результаты расчётов численности и биомассы омуля на акваториях рыбопромысловых участков озера Байкал в 2022 г.

Table. The results of the omul number and biomass calculations in the waters of the fishing areas of Lake Baikal in 2022

Район	Площадь, га	Средняя плотность		Биомасса/Численность	
		кг/га	экз./га	тонн	экз.
Селенгинское мелководье	145 122	30	198	4 498 ± 198	28 751 555 ± 1 640 468
Северный Байкал	20 677	42,8	268,4	946 ± 30	5 926 228 ± 220 695
Баргузинский залив	36 847	4,4	47,2	168 ± 9	1 883 544 ± 89 182
Малое море	52 095	6,5	68,0	320 ± 21	3 329 209 ± 223 912

сравнительного анализа в пределах акватории прошлого года показали, что с учётом доверительных интервалов численность омуля и его биомасса практически не изменились. Значительно меньшие концентрации омуля наблюдались на акваториях Малого моря и Баргузинского залива, где средние показания поверхностной плотности численности были в 4 раза (на Малом море) и 5,7 раз (в Баргузинском заливе), а биомассы – в 6,6 (Малое море) и 9,7 раз (Баргузинский залив) меньше аналогичных значений на Северном Байкале.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы были соблюдены.

Финансирование

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания ФГБНУ «ВНИРО».

ЛИТЕРАТУРА

- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В.* 2007. Географическая информационная система «КартМастер» // Рыбное хоз-во. № 1. С. 96–99.
- Гончаров С.М., Попов С.Б., Бондаренко В.М., Мельник Н.Г., Смирнова Н.С., Ханаев И.В.* 2008. Измерение силы цели байкальского омуля для повышения точности оценки его запаса в озере Байкал // Рыбное хоз-во. № 3. С. 87–90.
- Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озёрах.* 1986. Л.: ГосНИОРХ. 65 с.
- Правдин И.Ф.* 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть. 376 с.

REFERENCES

- Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V.* 2007. «GIS «KartMaster» // Rybnoe khoziastvo. № 1. P. 96–99.
- Goncharov S.V., Popov S.B., Bondarenko V.M., Melnik N.G., Smirnova N.S., Hanaev I.V.* 2008. Measurement of target strength of Baikal omul for increasing the accuracy of its stock assessment in Lake Baikal // Rybnoe khoziastvo. № 3. P. 87–90.
- Guidelines for the collection and processing of ichthyological material in small lakes.* 1986. L.: GosNIORKh. 65 p.
- Pravdin I.F.* 1966. Guide to the study of fish. M.: Food industry. 376 p.

Поступила в редакцию 21.10.2022 г.