

Ключевые слова:
озеро Байкал, омуль
(*Coregonus migratorius*),
гидроакустическая съемка,
поверхностная плотность,
биомасса, численность,
эхолот, контрольные обловы

Keywords:
Lake Baikal, omul
(*Coregonus migratorius*),
hydroacoustic survey, surface
density, biomass, number,
echosounder, control catches

Гидроакустическая оценка запасов байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) по результатам двухлетних исследований в весенне-летний период 2021 и 2022 годов

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-73-79

Кандидат технических наук
С.М. Гончаров – начальник
отдела промысловой
гидроакустики;

С.Б. Попов – главный
специалист отдела
промысловой гидроакустики –
Всероссийский научно-
исследовательский
институт рыбного
хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО»)

Кандидат биологических
наук **В.А. Петерфельд** –
руководитель филиала;

Кандидат биологических
наук **А.В. Базов** – старший
научный сотрудник –
Байкальский филиал
ФГБНУ «ВНИРО»

Н.Г. Ключарева – ведущий
специалист отдела
промысловой гидроакустики –
Всероссийский научно-
исследовательский
институт рыбного
хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО»)

@ sgonch@vniro.ru;
spopov@vniro.ru;
wrw2@yandex.ru;
abazoff@yandex.ru;
nklyuch@vniro.ru

HYDROACOUSTIC ASSESSMENT OF BAIKAL OMUL (*COREGONUS MIGRATORIUS*) RESERVES BASED ON THE RESULTS OF TWO-YEAR STUDIES IN THE SPRING-SUMMER PERIOD OF 2021 AND 2022

Candidate of Technical Sciences **S.M. Goncharov** –
Head of the Department of Field Hydroacoustics;

S.B. Popov – Chief Specialist of the Department of Field Hydroacoustics –
All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Candidate of Biological Sciences **V.A. Peterfeld** – Head of the branch;
Candidate of Biological Sciences **A.V. Bazov** – Senior Researcher –
Baikal branch of FGBNU "VNIRO"

N.G. Klyuchareva – Leading specialist of the Department of commercial hydroacoustics –
All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Taking into account the depressive condition of the Baikal omul resource, the decree of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 450 dated August 29, 2017 strict restrictions were established on the catch of Baikal omul in order to restore its reserves. Since 2021, a hydroacoustic method based on hydroacoustic surveys has been used to estimate its recovery. In 2021, on the fishing areas of Lake Baikal (Selenga shallow water and Northern Baikal) there were conducted surveys. In 2022, in addition to these areas, the researches were conducted in the Barguzin Bay and the Small Sea. Significant increase in the number of small omul was observed in the Selenginsky shallow water area in 2022. The results of a comparative analysis on Northern Baikal within the water area of 2021 showed that, taking into account confidence intervals, the number of omul and its biomass practically did not change. The averages omul biomass and number per unit area in the Small Sea were significantly lower than in the waters of the Selenginsky shallow water and the Northern Baikal. The lowest average densities were recorded in the Barguzin Bay.

Байкальский омуль (*Coregonus migratorius*) – самый многочисленный вид среди промысловых видов рыб в озере Байкал. Он занимает одну из ключевых ниш в экосистеме озе-

ра. Учитывая депрессивное состояние запасов байкальского омуля, приказом Минсельхоза РФ от 29 августа 2017 г. № 450 были установлены жёсткие ограничения на вылов, с целью

восстановления его запасов. Для оценки степени восстановления, начиная с 2021 г., был использован инструментальный метод, основанный на проведении гидроакустических съёмок. Данный метод нашел широкое применение в мире для определения рыбных запасов и их распределений, как на внутренних водоёмах, так и на морских акваториях [1]. Он относится к дистанционным и бесконтактным методам. Его преимуществом является то, что, по сравнению с траловыми съёмками, исследуется вся толща воды, и измерения проводятся непрерывно вдоль следования судна, а не от станции к станции. Ранее гидроакустические съёмки выполнялись на озере Байкал для учета его рыбных ресурсов [2], но на протяжении последних 15 лет такого изучения не проводилось.

Целью проведенных исследований была оценка численности, биомассы и пространственного распределения омуля на акваториях рыбопромысловых районов и их изменений за последние два года, после введения ограничений на лов омуля в озере Байкал.

Учитывая особенности сезонного распределения байкальского омуля, оптимальным временем проведения гидроакустических съёмок является конец мая-начало июня, до развития гомотермии байкальских вод, характеризующегося распределением основной массой омуля всех популяций в диапазоне 50-350 метров [2]. Гидроакустические съёмки в 2021 г. были выполнены на наиболее значимых рыбопромысловых акваториях озера: Селенгинском мелководье и Северном Байкале. В 2022 г. район работ на Северном Байкале был расширен, а также проведены исследования в Малом море и Баргузинском заливе.

Гидроакустические съёмки были выполнены с использованием научного эхолота EY500 (Simrad) с частотой заполнения ультразвукового импульса посылки 70 кГц и антенной ES 70-11 (ширина диаграммы направленности 11°) с расщепленным лучом. Скорость движения судна, при проведении гидроакустических съёмок, со-

Учитывая депрессивное состояние запасов байкальского омуля, приказом Минсельхоза РФ от 29 августа 2017 г. № 450 были установлены жёсткие ограничения на вылов с целью восстановления его запасов. Для оценки степени восстановления, начиная с 2021 г., был использован гидроакустический метод, основанный на проведении гидроакустических съёмок. В 2021 г. съёмки были проведены на рыбопромысловых акваториях озера Байкал: Селенгинском мелководье и Северном Байкале. В 2022 г., помимо этих районов, были проведены исследования в Баргузинском заливе и Малом море. В 2022 г. на акватории Селенгинского мелководья наблюдался существенный рост численности мелкого омуля. Результаты сравнительного анализа на Северном Байкале в пределах акватории 2021 г. показали, что, с учетом доверительных интервалов, численность омуля и его биомасса практически не изменились. Среднее значение биомассы и численности омуля на единицу площади в Малом море были существенно ниже, чем на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала. Наименьшие средние плотности были зарегистрированы в Баргузинском заливе.

ставляла 9-10 км/час. При проведении работ использовались различные плавсредства. В 2021 и 2022 годах на акватории Селенгинского мелководья работы были проведены на НИС «Г.Ю. Верещагин», на других акваториях использовались моторные катера [3; 4].

Для расчёта значений поверхностных плотностей вдоль галсов съёмки использовался метод эхоинтегрирования. В основе данного метода лежит интегрирование эхосигналов в вертикальном направлении внутри заданного слоя и последующее усреднение в горизонтальном направлении вдоль маршрута следования судна. Сила цели (TS, дБ) омуля вычислялась по уравнению [5]:

$$TS = 20 * \text{Log}(L) - 64,24 \quad (1)$$

Таблица 1. Результаты расчётов численности и биомассы омуля на акваториях рыбопромысловых участков озера Байкал в 2021 и 2022 годах / **Table 1.** The results of the omul number and biomass calculations in the waters of the fishing areas of Lake Baikal in 2021 and 2022 years

Подрайон	Площадь, га	Среднее значение плотности		Биомасса/Численность	
		кг/га	шт/га	тонн	шт.
Селенгинское мелководье (2021)	145 010	27,0	74	4 108 ± 166	11 386 971 ± 783 987
Селенгинское мелководье (2022)	145 122	30,0	198	4498 ± 198	28 751 555 ± 1 640 468
Баргузинский залив (2022)	36 847	4,4	47	168 ± 9	1 883 544 ± 89 182
Малое море (2022)	52 095	6,5	68	320 ± 21	3 329 209 ± 223 912
Северный Байкал (2021)	14 695	67,3	432	992 ± 38	6 370 540 ± 347 225
Северный Байкал (2022)	14 675	58,1	366	936 ± 30	5 924 275 ± 222 401
Северный Байкал (2022)	20 677	42,8	268	946 ± 30	5 926 228 ± 220 695

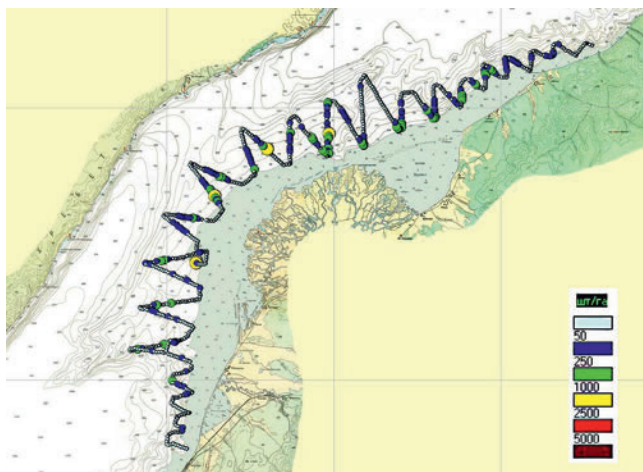


Рисунок 1. 2021 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов съёмки на акватории Селенгинского мелководья.

Figure 1. 2021 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the area of the Selenginsky shallow water

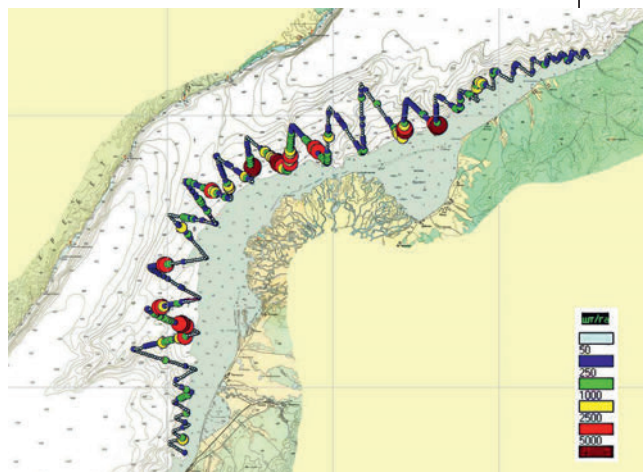


Рисунок 2. 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов съёмки на акватории Селенгинского мелководья.

Figure 2. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the area of the Selenginsky shallow water

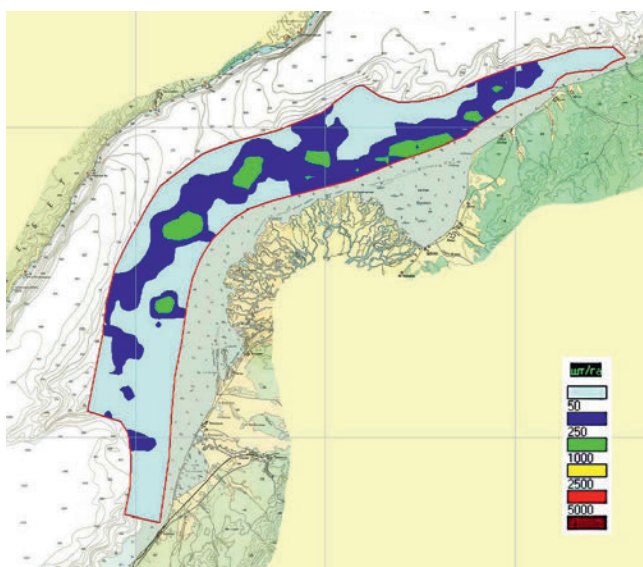


Рисунок 3. 2021 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на Селенгинском мелководье (площадь акватории 145010 га).

Figure 3. 2021 year. The map of the omul density distribution (pcs/ha) in the area of the Selenginsky shallow water (Area 145010 ha).

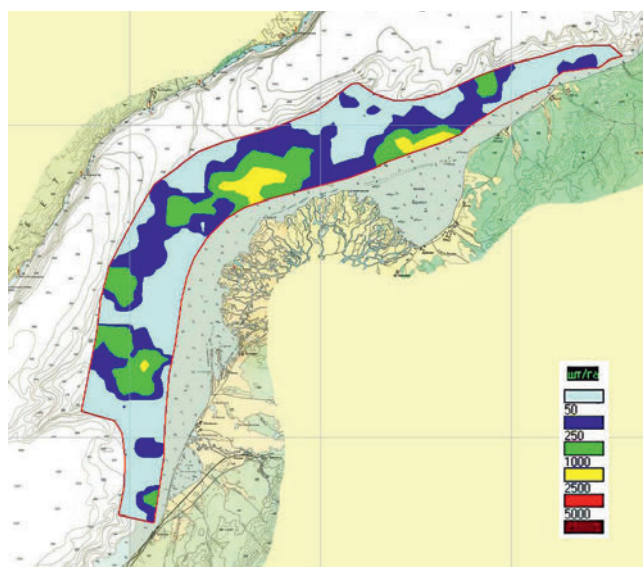


Рисунок 4. 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на Селенгинском мелководье (площадь акватории 145122 га).

Figure 4. 2022 year. The map of the omul density distribution (pcs/ha) in the area of the Selenginsky shallow water (Area 145122 ha)

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

Для оценки численности запасов омуля, его распределения в пределах обследованных акваторий и дальнейшего хранения результатов работ использовались только отечественные разработки: гидроакустическая информационная

система, состоящая из ГИС «Картмастер» [6] и специализированной базы данных. Построение карт пространственного распределения численности и биомассы омуля проводилось методом геостатистической интерполяции Kriging [7; 8].

При проведении контрольных обловов на акватории Селенгинского мелководья в 2022 г., помимо неводных обловов, были проведены контрольные траления. На других акваториях кон-

трольные обловы были выполнены порядками ставных сетей.

В таблице 1 представлены площади обследованных рыбопромысловых акваторий озера, результаты расчётов средних значений поверхностной плотности омуля в пределах обследованных акваторий, а также – значения численностей и биомасс с доверительными интервалами [9] по итогам работ в 2021 и 2022 годах.

В 2021 г. гидроакустические съёмки были выполнены на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала, поэтому анализ полу-

ченных данных был выполнен только для этих акваторий. Для сравнения результатов работ на Северном Байкале, кроме общей численности и биомассы омуля в пределах всей акватории 2022 г. (на площади 20677 га), были проведены расчёты и в пределах акватории 2021 г. (на площади 14675 га).

Селенгинское мелководье. Сетка галсов съёмки Селенгинского мелководья была аналогичной сетки галсов 2021 года. На рисунках 1 и 2 представлены карты распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль

Таблица 2. Размерно-возрастное распределение омуля на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала / **Table 2.** The size-age omul distribution in the waters of the Selenginsky shoal and Northern Baikal

Район	Год рождения	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
	Возраст в 2022 г., лет	1	2	3	4	5	6	7
Прибрежный (северо-байкальский омуль)	Средняя длина	13,3	18,2	21,9	25,2	28,4	30,7	32,8
	Минимум	9,7	13,0	17,6	19,4	22,0	23,3	28,0
	Максимум	20,0	22,7	26,1	29,7	34,3	38,0	38,5
Пелагический (селенгинский омуль)	Средняя длина	12,6	16,5	20,9	23,9	28,3	32,0	35,2
	Минимум	10,9	13,2	17,4	18,5	21,0	25,0	27,6
	Максимум	15,0	19,5	29,3	29,5	36,3	38,0	40,0

Таблица 3. Процентное соотношение омуля поколения до и после 2018 г. по результатам гидроакустических измерений / **Table 3.** Percentage of omul generation before and after 2018 based on hydroacoustic measurements

Район работ	Поколение после 2018 года, %	Поколение до 2018 года, %
Селенгинское мелководье (подрайон No1)	77,7	22,3
Селенгинское мелководье (подрайон No3)	83,7	16,3
Северный Байкал	22,9	77,1

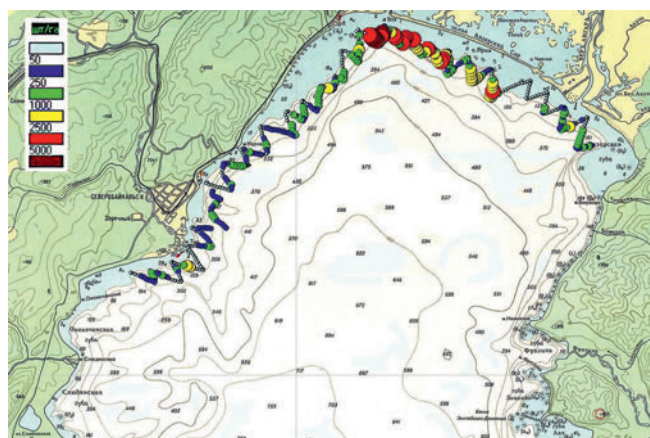


Рисунок 5. 2021 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Северного Байкала
Figure 5. 2021 year. The map of the omul surface density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of Northern Baikal

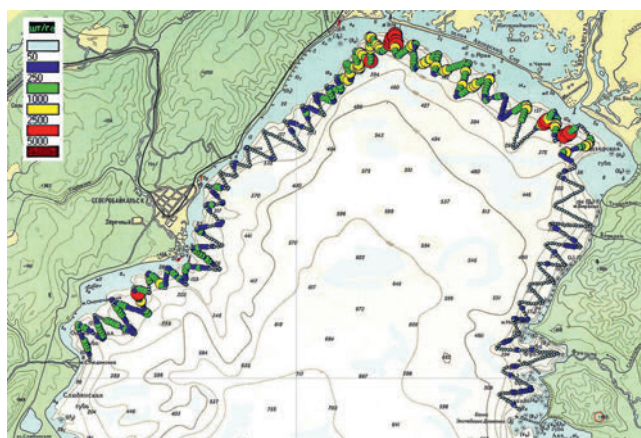


Рисунок 6. 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Северного Байкала
Figure 6. 2022 year. The map of the omul surface density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of Northern Baikal

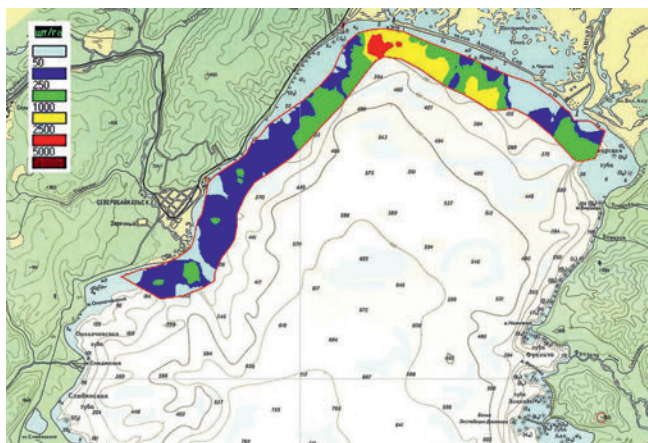


Рисунок 7. 2021 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на акватории Северного Байкала (площадь акватории 14695 га)

Figure 7. 2021 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of Northern Baikal (Area 14695 ha)

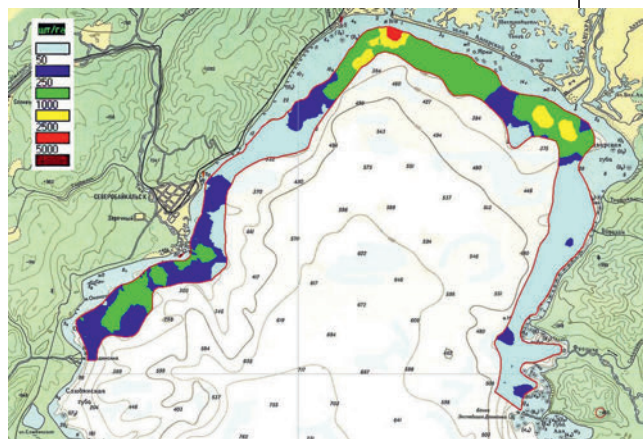


Рисунок 8. 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на акватории Северного Байкала (площадь акватории 20677 га)

Figure 8. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of Northern Baikal (Area 20677 ha)

галсов съёмки в 2021 и 2022 годах, соответственно, на рисунках 3 и 4 – карты распределения его численности.

Как показали гидроакустические наблюдения, плотность регистрируемых скоплений была выше, по сравнению с результатами 2021 года. Скопления омуля наблюдались в более широких диапазонах глубин, а именно – от 60 до 280 м (в 2021 г. скопления регистрировались в слое от 100 до 250 м). Вертикальное развитие регистрируемых скоплений достигало 55 метров. Кроме того, одиночный омуль и его скопления регистрировались практически на каждом галсе гидроакустической съёмки, в отличие от 2021 года. По результатам контрольных траловых обловов доля омуля размером менее 20-22 см в уловах была существенно выше, чем размером более 22 см. В 2021 г. в процессе съёмки траловых обловов не проводилось, и для вычислений использовались результаты контрольных обловов неводом. При сравнении с результатами 2021 г., в 2022 г. численность омуля в пределах обследованной акватории, аналогичной предыдущему году, увеличилась в 2,5 раза, при увеличении общей биомассы на 390 тонн. При использовании данных траловых контрольных обловов численность омуля оказалось еще выше при уменьшении общей биомассы, что объясняется существенно большим количеством мелких особей в улове, нежели при обловах неводом.

Северный Байкал. По сравнению с 2021 г. акватория съёмки была существенно расширена. В 2022 г. к сетке галсов 2021 г. были добавлены галсы вдоль восточного и западного побережья. На рисунках 5 и 6 представлены карты распределения плотности омуля вдоль галсов гидроакустических съёмок 2021 и 2022 годов, соответственно. Карты распределения

численности омуля в размерности шт./га, построенные методом изолиний, представлены на рисунках 7 и 8.

Ареал обитания омуля в северо-восточной части увеличился. Например, наибольшие концентрации омуля в 2021 г. были зарегистрированы в северо-западной части района. В 2022 г. таких плотных скоплений не регистрировалось, ареал обитания омуля расширился, плотные скопления также регистрировались и в северо-восточной части акватории, в 2021 г. в этом районе скопления омуля встречались существенно реже. Вырос диапазон глубин его обитания: от 50 до 300 метров в 2022 г. (от 120 до 250 метров в 2021 г.).

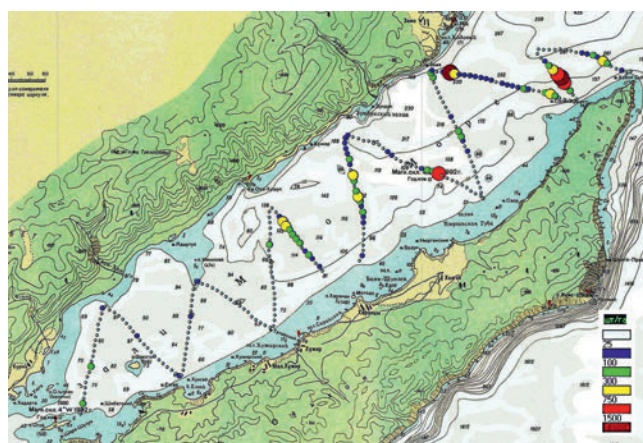


Рисунок 9. 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки в Малом море

Figure 9. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Small Sea

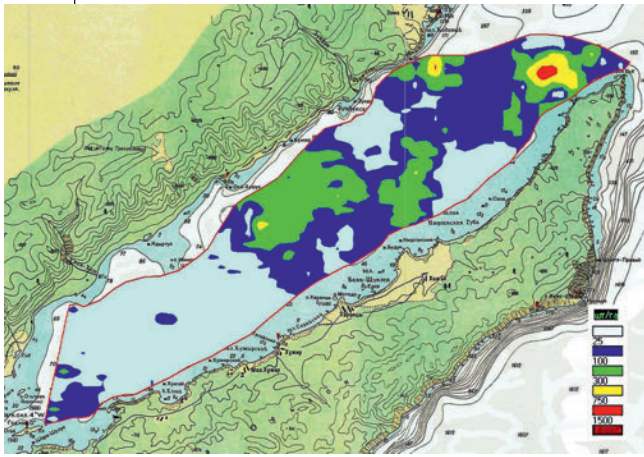


Рисунок 10. 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности (шт./га) в Малом море (площадь акватории 52 095 га)

Figure 10. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Small Sea (Area 52 095 ha)

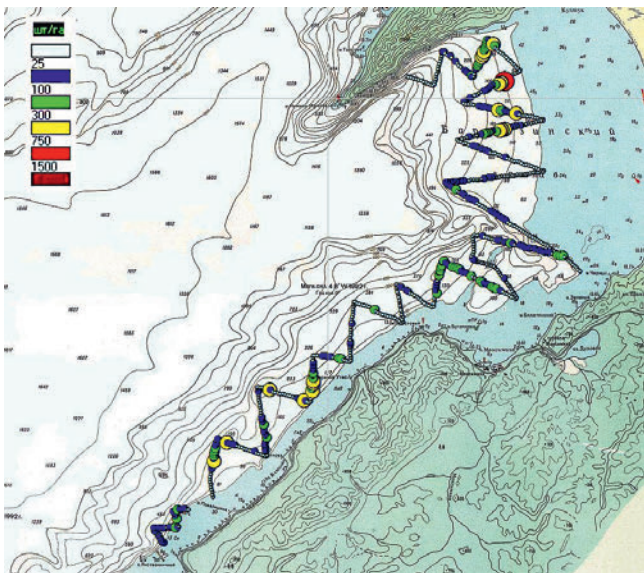


Рисунок 11. 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки в Баргузинском заливе

Figure 11. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Barguzin Bay

На расширенной части акватории (восточный район съёмки размером около 6000 га) скопления омуля не регистрировались и увеличение численности и биомассы, по отношению к размеру акватории прошлого года съёмки (14695 га), было незначительным. Результаты сравнительного анализа в пределах акватории прошлого года показали, что с учетом доверительных интервалов численность омуля и его биомасса почти не изменились.

Малое море. На рисунках 9 и 10 представлены карты распределения плотности омуля в размерности шт./га вдоль галсов съёмки и в пределах ее границ. При проведении съёмки существенных скоплений омуля не было обнаружено. Только при выходе из Малого моря через северные ворота были зарегистрированы скопления омуля, плотно прижатые ко дну на глубинах от 160 до 200 метров. По отношению к плотностям численности и биомассы омуля на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала, на акватории Малого моря эти значения были существенно ниже (см. табл. 1).

Баргузинский залив. Скопления омуля регистрировались на относительно небольшом участке от м. Безымянный 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 метров. Средние показатели плотности по численности и биомассе были еще ниже показателей в Малом море (см. табл. 1). Карты распределения плотности омуля в размерности шт./га вдоль галсов съёмки и в пределах ее границ представлены на рисунках 11 и 12.

В связи с ограничением промысла омуля, оценка возрастного распределения омуля поколения до и после 2018 г. представляет несомненный интерес. На основании данных БайкалНИРО, были выполнены расчёты процентного соотношения омуля. В расчётах использовались сред-

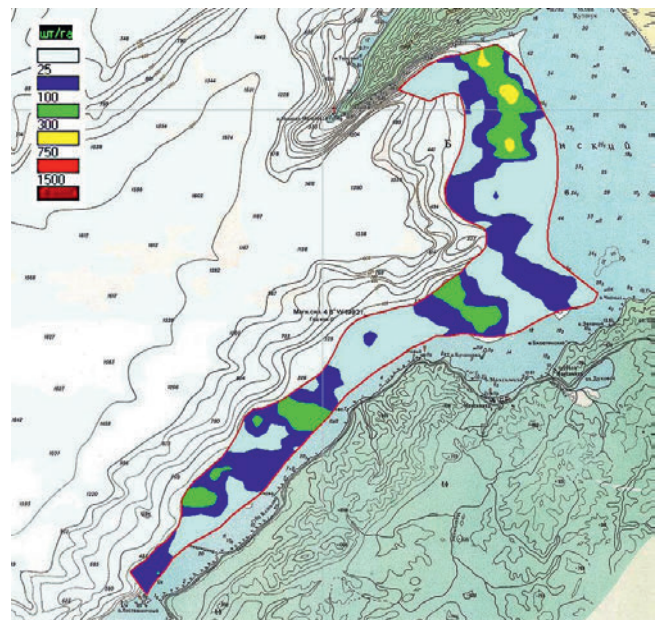


Рисунок 12. 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности (шт./га) в Баргузинском заливе (площадь акватории 36 847 га)

Figure 12. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Barguzin Bay (Area 36 847 ha)

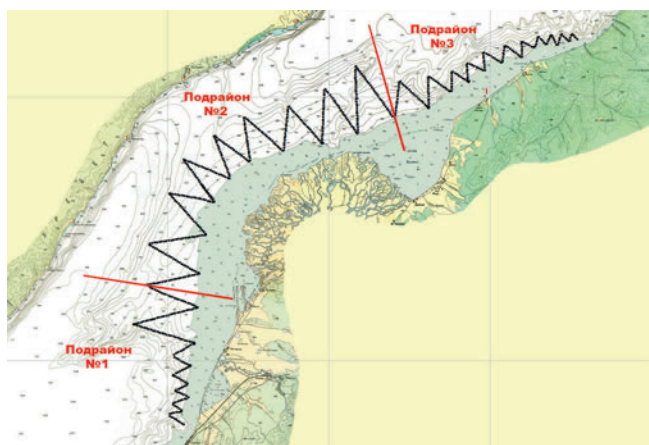


Рисунок 13. Карта районирования акватории Селенгинского мелководья

Figure 13. The Zoning map of the Selenginsky shallow water area.

ние показания «длина-возраст», представленные в таблице 2. В таблице 3 – результаты расчётов по гидроакустическим данным процентного содержания омуля поколения до введения запрета и после в подрайонах Селенгинского мелководья и Северного Байкала.

Прямые гидроакустические измерения длин омуля, с использованием антенны с расщепленным лучом, также показали высокое процентное соотношение мелких особей возрастом равное или младше 4 лет (то есть, рождения после введения запрета на его вылов) по отношению к более взрослым особям. В подрайонах 1 и 3 (рис. 13) его доля составила 77,7% и 83,7%, соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По сравнению с предыдущим годом, в 2022 г. на акватории Селенгинского мелководья наблюдался существенный рост численности мелкого омуля поколения 2018 г. и младше (после введения запрета на вылов).

Результаты сравнительного анализа на Северном Байкале, в пределах акватории 2021 г., показали, что, с учетом доверительных интервалов, численность омуля и его биомасса практически не изменились, что свидетельствует о прекращении падения его запаса в этом районе.

В завершении выражаем искреннюю благодарность сотрудникам Лимнологического института СО РАН за содействие и помощь, оказанную при установке и демонтаже гидроакустического оборудования на борту НИС «Г.Ю. Верещагин».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: С.М. Гончаров – идея работы, подготовка введения, заключения, подготовка статьи, окончательная проверка статьи; В.А. Петерфельд – организация и обеспечение экспедиционных работ, анализ данных; С.Б. Попов, А.В. Базов, Н.Г. Ключарева – сбор, обработка и анализ данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: S.M. Goncharov – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, preparation of the article, final verification of the article; V.A. Peterfeld – organization and provision of expedition work, data analysis; S.B. Popov, A.V. Bazov, N.G. Klyuchareva – data collection, processing and analysis.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Simmonds J., MacLennan D. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and Practice. Second edition. Published by Blackwell Science Ltd. – P. 437.
2. Мельник Н.Г. Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. / Н.Г. Мельник, Н.С. Смирнова-Залуми, В.В. Смирнов и другие. – Новосибирск: Наука. – 2009. – С. 48, 79-172. ISBN: 978-5-02-023228-0.
2. Melnik N.G. Hydroacoustic accounting of the Baikal Omul resources. / N.G. Melnik, N.S. Smirnova-Zalumi, V.V. Smirnov and others. – Novosibirsk: Nauka. – 2009. – Pp. 48, 79-172. ISBN: 978-5-02-023228-0.
3. Гончаров С.М. Результаты гидроакустических исследований байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) на рыбопромысловых акваториях озера Байкал с использованием отечественных информационных разработок / С.М. Гончаров, С.Б. Попов, В.А. Петерфельд // Рыбное хозяйство. – 2022. – № 2. – С.54-58. DOI: 10.37663/0131-6184-2022-2-54-58.
3. Goncharov S.M. Results of hydroacoustic studies of the Baikal omul (*Coregonus migratorius*) in the fishing waters of Lake Baikal using domestic information developments / S.M. Goncharov, S.B. Popov, V.A. Peterfeld // Fisheries. – 2022. – No. 2. – Pp. 54-58. DOI: 10.37663/0131-6184-2022-2-54-58.
4. Гончаров С.М. Результаты ресурсных гидроакустических съемок байкальского омуля на рыбопромысловых акваториях озера Байкал в весенне-летний период 2022 года / С.М. Гончаров, С.Б. Попов, В.А. Петерфельд, А.В. Базов, Н.Г. Ключарева // Труды ВНИРО. – 2022. – № 190. – С.186-192. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-190-186-192
4. Goncharov S.M. Results of resource hydroacoustic surveys of the Baikal omul in the fishing waters of Lake Baikal in the spring-summer period of 2022 / S.M. Goncharov, S.B. Popov, V.A. Peterfeld, A.V. Bazov, N.G. Klyuchareva // Proceedings of VNIRO. – 2022. – No. 190. – Pp.186-192. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-190-186-192.
5. Гончаров С.М. Измерение силы цели байкальского омуля для повышения точности оценки его запаса в озере Байкал / С.М. Гончаров, С.Б. Попов, В.М. Бондаренко, Н.Г. Мельник и другие. // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 3. – С.87-90.
5. Goncharov S.M. Measuring the target strength of the Baikal omul to improve the accuracy of estimating its reserve in Lake Baikal / S.M. Goncharov, S.B. Popov, V.M. Bondarenko, N.G. Melnik and others. // Fisheries. – 2008. – No. 3. – Pp.87-90.
6. Бизиков В.А. Географическая информационная система «Картмастер» / В.А. Бизиков, С.М. Гончаров, А.В. Поляков // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 96-99
6. Bizikov V.A. Geographical information system "Cartmaster" / V.A. Bizikov, S.M. Goncharov, A.V. Polyakov // Fisheries. – 2007. – No. 1. – Pp. 96-99.
7. Демьянов В.В. Геоэстатистика: теория и практика. / В.В. Демьянов, Е.А. Савельева – М.: Наука. – 2010. – С. 50, 64-134. ISBN: 978-5-02-037478-2.
7. Demyanov V.V. Geostatistics: theory and practice. / V.V. Demyanov, E.A. Savelyeva – M.: Nauka. – 2010. – Pp. 50, 64-134. ISBN: 978-5-02-037478-2.
8. Kanevski Mikhail and Maignan Michel, Analysis and Modelling of Spatial Environmental Data, EPFL Press, Lausanne, Switzerland. – 2004. – 288 p. ISBN 0-8247-5981-8.
9. Юданов К.И. Руководство по проведению гидроакустических съемок. / К.И. Юданов, И.Л. Калихман, В.Д. Теслер – 1984. – М: ВНИРО. – С. 86-110, 110-113.
9. Yudanov K.I. Guide to conducting sonar surveys. / K.I. Yudanov, I.L. Kalikhman, V.D. Tesler – 1984. – M: VNIRO. – Pp. 86-110, 110-113.