



УДК 597.552.51

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.40>

## Распределение байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) в акватории Баргузинского промыслового района озера Байкал по данным гидроакустического учёта

А. В. Варнавский

Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Улан-Удэ, Россия

E-mail: [daos@rambler.ru](mailto:daos@rambler.ru)

**Аннотация.** Проанализированы результаты гидроакустических съёмок, проведённых в 2000–2008 гг. в крупнейших заливах оз. Байкал – Баргузинском и Чивыркуйском – с целью оценки распределения численности и биомассы байкальского омуля. Полученные показатели численности и биомассы в разных диапазонах глубин и особенности локализации скоплений рассматриваются в зависимости от сроков проведения съёмок и темпов прогрева водных масс в заливах. Обсуждается влияние межгодовых колебаний гидро-термического режима на формирование численности стад и распределение скоплений омуля в акваториях заливов.

**Ключевые слова:** гидроакустический метод учёта, байкальский омуль, распределение, биомасса, температура воды, Байкал.

**Для цитирования:** Варнавский А. В. Распределение байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) в акватории Баргузинского промыслового района озера Байкал по данным гидроакустического учёта // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2019. Т. 29. С. 40–59. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.40>

### **Введение**

С введением гидроакустического метода (ГАМ) учёта ресурсов рыб в практику мониторинга состояния запасов байкальского омуля – основного промыслового вида водоёма – специалисты в первую очередь стремились исследовать рыбопромысловые районы, исторически сложившиеся на оз. Байкал [Мишарин, 1958].

Важнейшими такими акваториями длительное время являлись Селенгинский и Баргузинский промысловые районы. Последний, ещё в недалёком прошлом игравший заметную роль в добыче омуля, в настоящее время утратил свое значение. Произошло это не только и не столько по причине общего снижения запасов омуля на Байкале и, соответственно, падения уловов [Оценить состояние ... , 2013], сколько по причине включения акваторий Чивыркуйского и части Баргузинского заливов в границы Забайкальского национального парка (ныне в составе объединённой дирекции ООПТ «Заповедное Подлесье»). Став частью территории с особым режимом охраны,

район потерял основные рыбопромысловые площади и оказался на грани исчезновения [Петерфельд, 2015]. Указанные акватории являются местами сезонной локализации мигрирующего омуля разных морфо-экологических групп (МЭГ), в связи с чем изучение его распределения здесь остаётся необходимой частью мониторинговых исследовательских работ, направленных на восстановление численности данного вида.

Целью настоящей работы являлось определение специфики распределения запасов байкальского омуля в акватории Баргузинского промыслового района Байкала, главным образом в Чивыркуйском и Баргузинском заливах, основываясь на данных, полученных с применением метода гидроакустического учёта.

### ***Материал и методика***

Гидроакустические съёмки проводились в основных заливах Баргузинского промыслового района оз. Байкал в июне – июле 2000–2008 гг. с борта промыслового тралового судна (тип ПТС-150) «Д. Норенко» (ОАО «Востсибрыбцентр»)¹ с помощью программно-аппаратного комплекса «АСКОР», разработанного специалистами «СевНИИРХ» (г. Петрозаводск), сведения о котором приводятся в опубликованных работах [Дегтев, Ивантер, 2002; Дегтев, 2008]. Комплекс позволяет оперативно осуществлять гидроакустическую съёмку (эхозапись), по данным которой автоматически рассчитывать численность рыб в слое воды до 250–300 м и определять размерный ряд целей, начиная с промысловой длины ( $L$ ) рыбы в 2 см.

В съёмках 2001–2002 и 2007–2008 гг. использовался программно-аппаратный комплекс «АСКОР» в двух модификациях:

– на базе эхолота Furuno LS6000 с рабочей частотой 50 КГц – для использования на акваториях со средней глубиной 20–30 м (максимально до 100 м);

– на базе эхолота Furuno FCV291 с рабочей частотой 200 КГц, с максимальной глубиной регистрации отдельных целей 300 м.

Для контроля результатов гидроакустической съёмки по мере необходимости проводили параллельные траления обнаруживаемых скоплений рыб. Контрольные траления выполнялись с борта судна при скорости 4,0–4,5 км/ч и охватывали горизонт воды до глубины 50, редко – до 100 м.

Для получения контрольных уловов с больших глубин применялся стандартный порядок ставных сетей с набором ячеи от 12 до 50 мм: длина каждой из сетей с ячеей 12, 14, 16, 18 и 20 мм составляла 5 м; 22 и 25 мм – 10 м; 27 и 30 мм – 15 м; 32, 34, 36, 38, 40, 45, 50 мм – 30 м. Высота стандартного порядка сетей составляла 5 м, общая длина – 300 м.

Материал контрольных уловов обрабатывался с использованием общепринятых методов [Правдин, 1966; Редкозубов, 1968]. Совместное использование результатов, получаемых с помощью ГАМ и контрольных ловов,

---

¹ Работы проводились совместно со специалистами «СевНИИРХ» (г. Петрозаводск) согласно договору о научном сотрудничестве.

позволяло проводить количественную оценку запасов (биомассы, *B*) байкальского омуля [Гидроакустический учет ..., 2009].

Расчёт биомассы омуля в 2001 г. проводили по навескам для особей длиной от 21 см – 78 г, от 22 см – 263 г, в целом для рыб мелководья – 159 г; для данных других лет использовали среднюю навеску для размерных групп длиной менее 15 см – 19,2 г, 15–21 см – 65 г, от 22 см – 253 г [Дегтев, Ивантер, 2002; Дегтев, 2008]. При расчётах биомассы омуля в 2000 г. использовали навеску 80,5 г; в 2007 г. – для рыб менее 15 см – 19,2 г, 15–21 см – 65 г, 22 –  $\geq 35$  см – 253 г; в 2008 г. – 21,5 г. Согласно другим оценкам, средняя навеска омуля в 2007 г. составляла 63,5 г (расчётная биомасса 89 т и 16,7 кг/га) [Дегтев, Ивантер, 2002; Дегтев, 2008]. Средняя навеска рассчитывалась из восстановленной средневзвешенной длины рыбы, поэтому она везде разная.

Практика показала, что оптимальным временем учёта байкальского омуля с использованием ГАМ является короткий период сразу после распада сплошного ледового покрова. Этот период ограничивается календарными сроками 20 мая – 15 июня. Согласно наблюдениям, от начала распада ледового покрова до полного исчезновения плавающих льдов проходит не более 10 дней, что характерно для каждого рыбопромыслового района. В это время омуль всех МЭГ покидает места зимовок и начинает мигрировать: пелагический и прибрежный омуль перемещается в верхние слои водной толщи в открытых водах, а затем и в прибрежье; придонно-глубоководный поднимается на глубины своего летнего распределения (100–250 м) [Смирнов, Смирнова-Залуни, Орлов, 2013]. Фактические же сроки проведения съёмок корректировались рядом обстоятельств организационно-технического характера.

Для корректной интерпретации полученных данных очень важно учитывать глубины, над которыми проведена съёмка, в связи с чем мы сочли важным привести краткую информацию по этому вопросу для рассматриваемых заливов.

В Баргузинском заливе (площадь 72,5 тыс. га) глубины более 100 м занимают около 80 % площади, поскольку большая часть дна представляет собой платформу, плавно опускающуюся в сторону центральной впадины озера (рис. 1). На глубинах 50–100 м платформа круто обрывается вниз в виде свала [Кожов, Спелит, 1958]. В заливе известно сильное локальное течение, отесняющее речные воды Баргузина на северо-запад, вдоль берега перешейка к п-ову Святой Нос, где и происходит осаждение выносимой рекой органики. Там создаётся хорошая кормовая база для рыб [Кожов, Спелит, 1958]. При юго-западных ветрах речная вода попадает в северо-восточную оконечность залива, куда сгоняется прогретый поверхностный слой водных масс (вместе с находящимся в нём зоопланктоном). Весной во внутренней и средней частях залива вода прогревается раньше, нежели в более открытых районах (на свале и у створа).

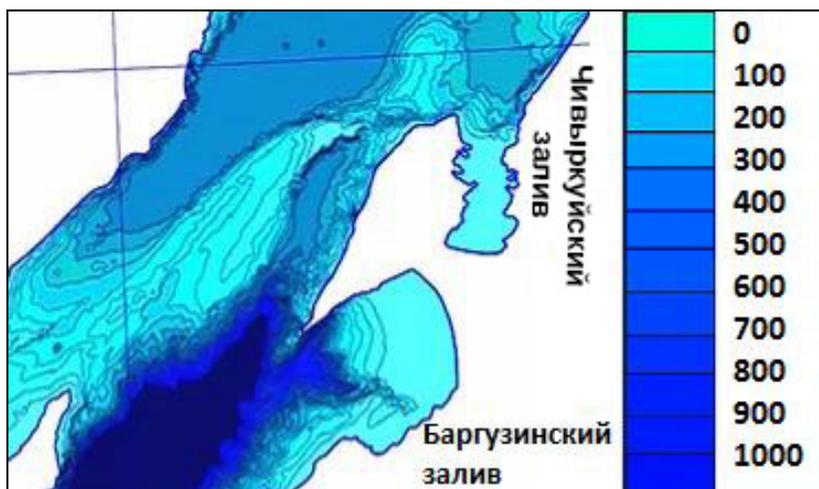


Рис. 1. Батиметрическая схема районов обследования запасов байкальского омуля с использованием ГАМ ([www.lin.irk.ru/intas/shadedcolor](http://www.lin.irk.ru/intas/shadedcolor), с изменениями)

Баргузинский залив низкой перемычкой, сформированной в голоцене, в основном осадками р. Баргузин, отделён от Чивыркуйского залива. Чивыркуйский залив – большой (27 тыс. га), но мелководный (свыше  $\frac{3}{4}$  площади занимают глубины менее 25 м) хорошо обособленный участок Байкала, представляет собой остаток пролива между материком и горным массивом п-ова Святой Нос. Берега залива в значительной мере изрезаны, образуют много закрытых бухт и бухточек. В целом плоское дно имеет небольшой уклон в сторону открытого Байкала, но ближе к створу резко обрывается вниз до глубин в сотни метров (см. рис. 1). Обеспечиваемые благоприятным температурным режимом характеристики кормовой базы залива (зообентоса и зоопланктона) – одни из наиболее высоких для Байкала [Мишарин, 1958].

### **Результаты и обсуждение**

По мнению М. М. Кожова и К. К. Спелита [1958], омуль в Баргузинском заливе зимует под свалом платформы на глубинах 200–400 м, но уже в апреле «обнаруживается на глубине 150–100 м, а в мае выходит на мелководья». Авторы отметили, что в конце мая к берегу подходит много молоди, но ненадолго, и не всегда (рыбаки) её находят. Ко второй половине июля омуль отходит от берега.

В Чивыркуйском заливе существует очень близкая к посольской популяция омуля, вместе с которой они входят в придонно-глубоководную МЭГ. Чивыркуйский омуль нерестится в речках, впадающих в залив, а его ареал ограничен заливом, губой Сосновка (на восточном берегу севернее р. Бол. Чивыркуй), частью Баргузинского залива, а также прибрежной полосой «Горячинского плёса» [Мишарин, 1958]. Чивыркуйский омуль довольно давно потерял значение в местном промысле – его популяция была практически уничтожена. Кроме того, его молодь в первый же год уходит из прибрежной зоны в пределы основного ареала чивыркуйской популяции и до

наступления половой зрелости обитает над склоновой зоной – вне акватории залива [Смирнов, Смирнова-Залуми, Орлов, 2013]. Территориально ближайший к Чивыркуйскому заливу омуль зимует на значительной глубине в створе залива. Ещё подо льдом (в марте) он начинает неспешные миграции на глубины 50–40 м. Ко времени очищения залива ото льда омуль выходит на глубины 40–20 м [Кожов, Спелит, 1958], прибрежные косяки состоят преимущественно из младшевозрастного ( $2^+–3^+$ ) омуля прибрежной МЭГ. Кроме «местного» в залив мигрирует прибрежный северобайкальский омуль. В начале июня этот омуль сосредоточивается вдоль западного берега залива, в том числе в губах (Молодость, Фертик, Онгоконская и др.), постепенно продвигаясь в район Курбуликского мыса. К концу июня прибрежный омуль осваивает залив вплоть до о. Бакланий. Ранее в южной части Чивыркуйского залива создавались настолько высокие концентрации, что К. И. Мишарин считал его одним из основных мест нагула северобайкальского омуля [Мишарин, 1958].

В 2000-х гг. нами отмечены случаи повышения температуры водной поверхности в центральных глубоководных участках озера до 18–20 °С. Потепление приводит к росту продукции кормовых организмов в глубоководных районах озера, вследствие чего привалы омуля в мелководные зоны озера (в том числе в Чивыркуйский залив) становятся короче и менее мощными. Исследования распределения омуля по акватории озера показали, что в «тёплые» годы омуль покидает Чивыркуйский залив и концентрируется в глубоководных участках северной котловины Байкала [Смирнов, Смирнова-Залуми, Орлов, 2013]. Распределение и перемещение омуля в самом заливе в значительной степени определяется влиянием господствующих ветров, что отмечается особо [Кожов, Спелит, 1958]. Это справедливо и для Баргузинского залива.

Гидроакустических данных по распределению омуля в Баргузинском и Чивыркуйском заливах относительно немного, однако они представляют весьма ценную информацию. Особенно это относится к первому из вышеназванных заливов, в акватории которого в отличие от соседнего Чивыркуйского имеются самые разнообразные глубины (см. рис. 1). Именно поэтому Баргузинский залив был особенно тщательно обследован в 2001 г., а гидроакустическая съёмка была нацелена на выяснение распределения омуля по глубине, в связи с чем аналитическую обработку материалов проводили отдельно для глубоководной зоны глубиной более 50 м (с дифференцировкой размера омуля) и на мелководье (без дифференцировки) (табл. 1). В результате были получены совершенно разные картины распределения омуля по глубине.

В глубоководной части Баргузинского залива омуль разреженно держался в придонном слое на глубинах 100–250 м. Поскольку омуль длиной менее 15 см по методическим причинам не дифференцировался, были установлены скопления омуля из средних (15–21 см) и крупных (от 22 см) особей, причём вторых было на 30 % больше. Удельная численность была сравнительно небольшой – 87 экз./га (см. табл. 1). Контрольный облов сетями одного из таких скоплений (01.07.2001, дневное время) также показал,

что скопления образовывал в основном крупный омуль (20–31 см и более), 73 % численности которого составлял омуль придонно-глубоководной МЭГ, 24,5 % – прибрежной, 2,5 % – пелагической МЭГ ( $n = 126$ ) (рис. 2).

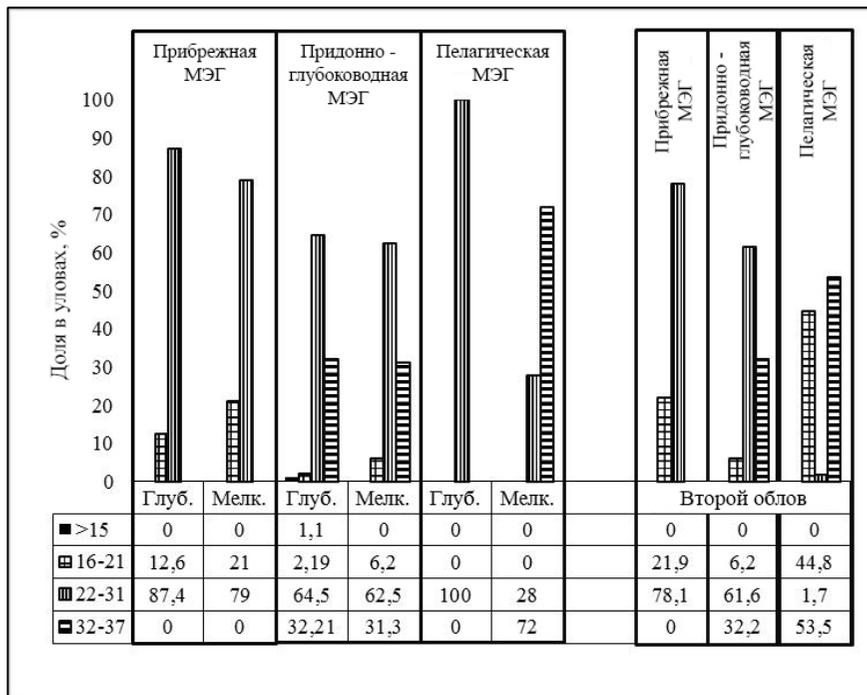


Рис. 2. Размерный состав байкальского омуля в контрольных уловах в 2001 г. на глубоководной (1 июля, дневное время) и на мелководной частях (2 июля, 18–23 ч, второй облов) Баргузинского залива

В мелководной части залива на участках с ровным дном с глубинами от 20 м омуль, наоборот, образовывал очень плотные скопления, состоящие из горизонтально вытянутых косяков. Но и в этом случае, судя по результатам контрольного облова, косяки в основном состояли из крупных особей (см. рис. 2, второй облов), несмотря на то, что доминировал омуль из прибрежной МЭГ (80 %). Придонно-глубоководного омуля на мелководье было мало ( $\approx 14$  %), а пелагического – всего 6 % ( $n = 117$ ). В целом средняя плотность омуля здесь в несколько раз превышала таковую на глубоководье (511 и 87 экз./га соответственно), что отразилось и на биомассе (см. табл. 1). Максимальная удельная численность рыб на таких участках достигала 12 тыс. экз. на гектар при биомассе 3,2 т. В подобных случаях оценивание длины рыб по гидроакустическим сигналам невозможно, поскольку в столь плотных структурах одиночные цели не выделяются. Поэтому для определения плотности применялось эхоинтегрирование по среднему значению силы цели рыбы в озвученном скоплении и среднему размеру рыбы в контрольном улове.

Таблица 1

Распределение численности ( $N$ ) и биомассы ( $B$ ) байкальского омуля в Баргузинском заливе по глубинам по данным гидроакустической съёмки

L (см)	Дата проведения съёмки							
	1–2.07.2001 $S \approx 16,1^1$		14.06.2002 $S \approx 23,4–68,0^2$		3–4.06.2007 $S \approx 21,5$		19–20.06.2008 $S \approx 40,8$	
$N$								
	тыс.	экз./га	тыс.	экз./га	тыс.	экз./га	тыс.	экз./га
< 15	-	-	333,4	14	1670	77,7	1114,9	27,3
15–21	458	38	67,9	3	1309	60,9	340,4	8,3
22–≥35	586	49	53,1	2	213	9,9	157,4	3,8
$\sum_{\text{глуб}}$	1044	87	по батиметрическим зонам не рассчитывали					
$\sum_{\text{мелк}}$	2094	511						
$\sum_{\text{ВСЕГО}}$	3138	598	454,4	19	3192	148,5±240	1612,7	39,4±68
$B$								
	т	кг/га	т	кг/га	т	кг/га	т	кг/га
< 15	-	-	6,4	0,27	32,1	1,5	21,4	0,52
15–21	35,7	3	4,4	0,2	85,1	4,0	22,1	0,54
22–≥35	154	13	13,4	0,51	53,9	2,5	39,8	0,98
$\sum_{\text{глуб}}$	190	16	по батиметрическим зонам не рассчитывали					
$\sum_{\text{мелк}}$	333	81						
$\sum_{\text{ВСЕГО}}$	523	97	24	1,0	171	8,0	83	2,0

Примечание:  $S$  – площадь учёта, га: <sup>1</sup> –  $S$  глубоководной части  $\approx 12$  тыс. га, мелководной  $\approx 4100$  га; <sup>2</sup> – для отдельных размерных групп  $S$  разные.

Как известно, омуль разных популяций (МЭГ) имеет неодинаковый темп роста [Смирнов, Смирнова-Залуми, Суханова, 2009]. Поэтому в размерную группу 22–31 см попадает практически весь половозрелый прибрежный омуль, в ней же оказывается преимущественно неполовозрелый придонно-глубоководный омуль, хотя присутствуют и взрослые рыбы, а также около 50 % взрослого омуля пелагической МЭГ. В размерную группу 22–37 см входит весь прибрежный и пелагический омуль в возрасте от 4 лет и придонно-глубоководный – от 6 лет. Заметим, что в последнюю размерную группу, кроме омуля, вполне может входить и баргузинский сиг, хотя контрольные обловы не показали его присутствия в обловленных скоплениях.

Гидроакустическая съёмка 2001 г. показала на примере Баргузинского залива, что летом, когда массовые привалы прибрежного и пелагического омуля к берегу в основном остались позади, заметная часть омуля (33 % от численности и 36 % биомассы), очевидно, принадлежащая к придонно-глубоководной МЭГ, остаётся на глубине. Но и там, судя по эхограммам, он распределяется весьма неравномерно, по каким-то причинам локализуясь на разных горизонтах глубин.

Картина распределения омуля, полученная 14 июня 2002 г. (рис. 3), на наш взгляд, иллюстрирует и подтверждает известный факт влияния ветрового режима на локализацию омулёвых косяков. Северо-восточный ветер накануне проведения гидроакустической съёмки согнал речную воду в северо-западную оконечность залива. Туда же откочевали около 450 тыс. особей

омуля, преимущественно мелкого (менее 15 см) (см. табл. 1, рис. 3). Эти младшевозрастные рыбы (73 % общей численности) образовали около трети общей учтённой биомассы, которая в целом была ничтожной (см. табл. 1).

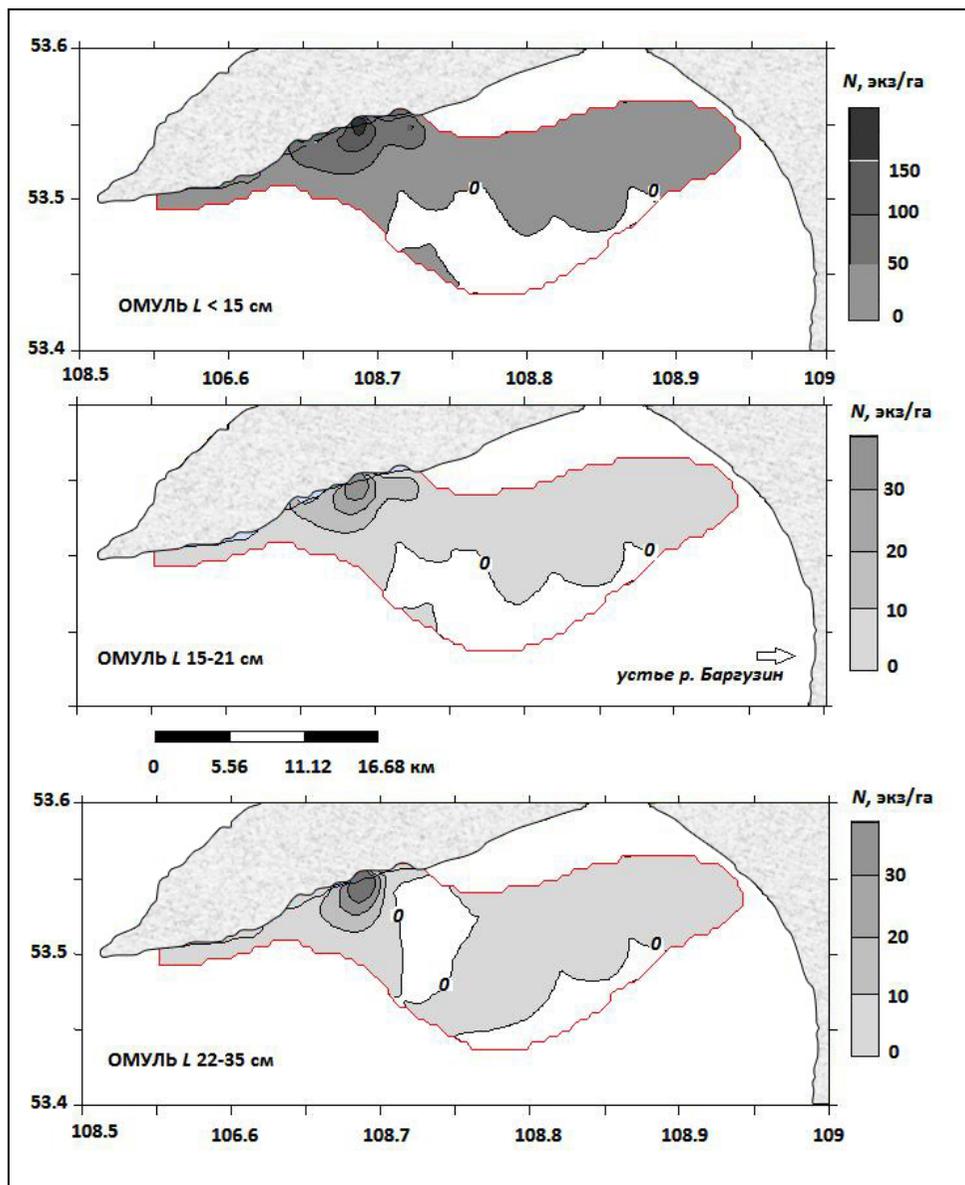


Рис. 3. Распределение численности байкальского омуля в Баргузинском заливе по данным гидроакустической съёмки 14.06.2002 г.

На большей части обследованной акватории, которую можно отнести к мелководной части залива, омуль практически отсутствовал, а средняя плотность взрослого омуля составила 2 экз./га.

Относительно плотные скопления омуля встречались в глубоководной зоне, но крайне редко. Одно из таких скоплений на глубине более 120 м со средней концентрацией омуля 39 экз./га показано на рис. 4.

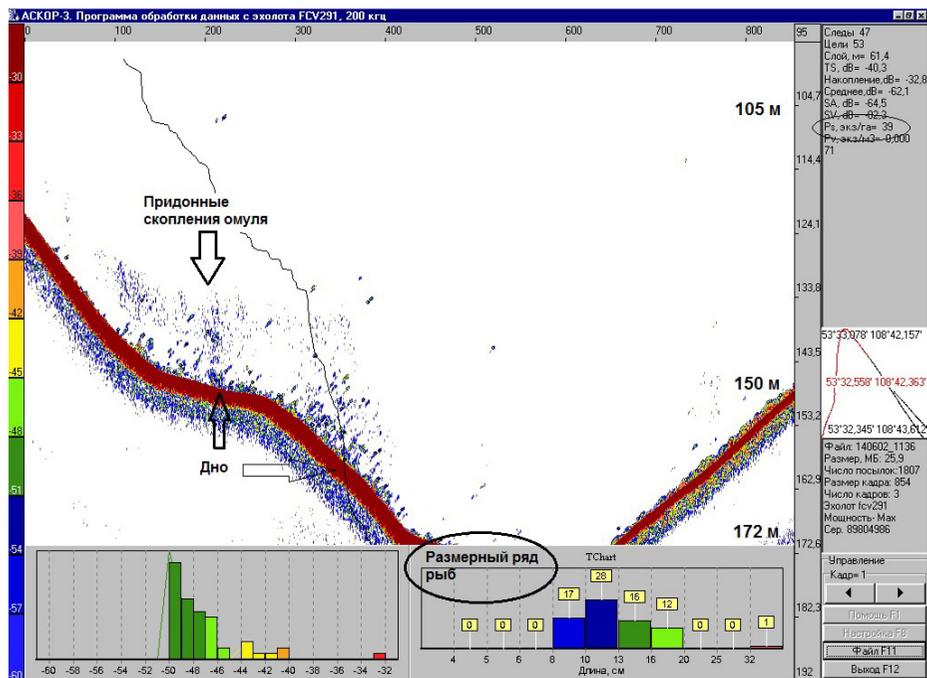


Рис. 4. Характерная эхограмма распределения байкальского омуля в глубоководной зоне Баргузинского залива (данные съёмки 14.06.2002)

В целом по заливу биомасса омуля оказалась более чем в 20 раз ниже, чем была летом 2001 г. (см. табл. 1), а различие по средней плотности омуля длиной 22–35 см достигает 25 крат (49 и 2 экз./га). Опираясь на картину распределения омуля в Баргузинском заливе, можно говорить о полном совпадении мест «концентрации» разновозрастных рыб (см. рис. 3).

До 2007 г. качественных съёмок Баргузинского залива по ряду причин больше провести не удавалось. Проблемы возникали обычно не собственно с гидроакустической регистрацией омулевых стай, а при интерпретации полученных сигналов (например, съёмка 2003 г.). Особенно это касается небольших по размерам, но очень плотных и чрезвычайно подвижных косяков омуля в мелководной зоне.

В июне 2007 г. акваторию залива, пограничную между мелководной платформой и склоном дна, обследовали довольно детально (протяжённость галсов составила 85 км). В целом на границе свала обнаружено около 3 млн особей омуля, причём доминировала молодь: с длиной менее 16 см – около 52 %, с длиной менее 20 см – 81 %. Рыб с длиной более 25 см было учтено меньше – 7 % (рис. 5). Распределялся омуль крайне неравномерно, значения плотности колебались от 0 до 5934 экз./га (рис. 6). Больших концентраций в

виде плотных «пятен» рыбы практически не образовывали, невысокой была и удельная биомасса, хотя она в 8 раз превышала таковую в учётах 2002 г. (и была в 12 раз ниже, чем в 2001 г.) (см. табл. 1). Отметим, что обследованная область, очевидно, оказалась севернее границы распространения термического фронта (см. ниже), т. е. вода оказалась холодной.

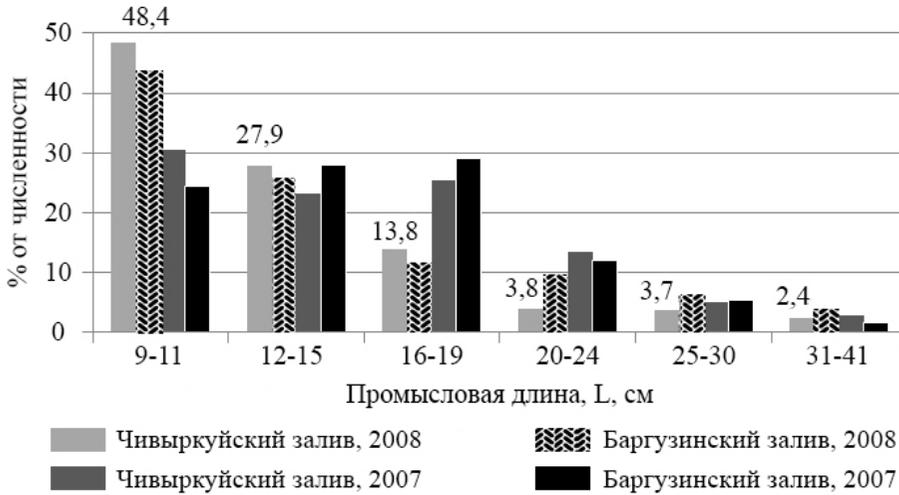


Рис. 5. Размерный состав байкальского омуля (% от численности) по результатам гидроакустических съёмки в Баргузинском (3–4.06.2007 и 19–20.06.2008) и Чивыркуйском (3.06.2007 и 17–18.06.2008) заливах

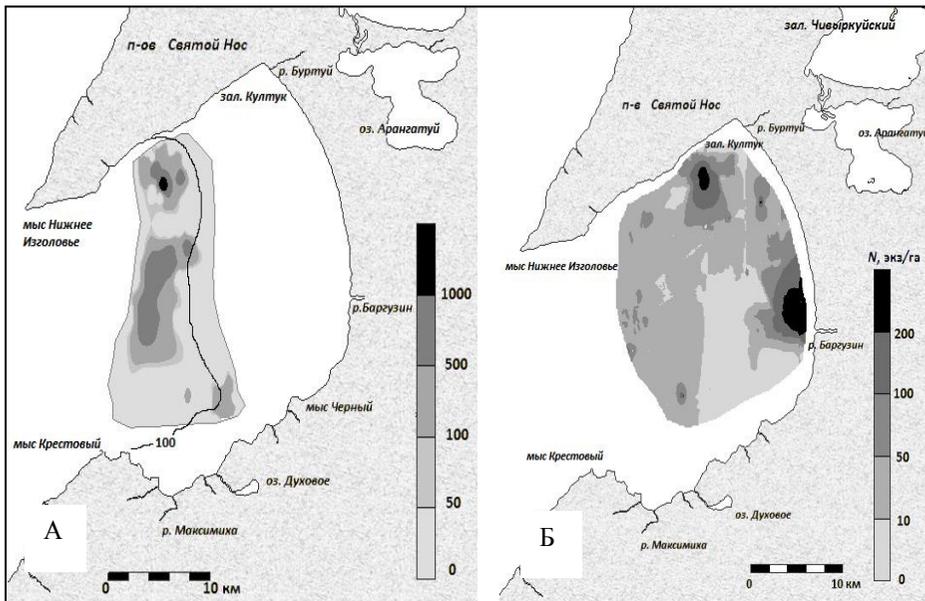


Рис. 6. Планшеты распределения численности байкальского омуля в Баргузинском заливе по данным гидроакустических съёмки 3–4.07.2007 (А) и 19–20.07.2008 (Б)

В 2008 г., несмотря на то, что работа была проведена в близкие сроки, а съёмка в целом была более масштабной (протяжённость галсов составила 173 км) и захватила в том числе район свала, мы получили вдвое меньшие значения численности и биомассы по сравнению с 2007 г. Как и в 2007 г., были обнаружены в основном младшевозрастные особи: с длиной менее 16 см – около 69 % от общей численности, с длиной менее 20 см – около 81 % (см. рис. 5). Создавая огромные концентрации (до 14 082 экз./га) на небольших участках, в целом они были рассеяны на большой, преимущественно мелководной акватории (см. рис. 6). В связи с этим удельная численность омуля, как и удельная биомасса, оказались низкими (см. табл. 1).

Общая картина распределения омуля была похожа на таковую в предыдущем году, во-первых, тем, что омуль не образовывал плотных скоплений на большой площади. Во-вторых, она в целом также определялась термическими условиями: небольшая численность омуля и его диффузное распределение объясняются влиянием условий затяжной весны 2008 г. (см. ниже), а локализация максимальной плотности рыб приурочена к тёплому приустьевому пространству. Затруднительно объяснить природу формирования второго скопления у побережья п-ова Святой Нос (см. также результаты 2007 г.), хотя его возникновение, разумеется, имеет причины.

Известно, что распределение омуля во все сезоны года в значительной мере определяется гидрологическими факторами [Мишарин, 1958]. Поэтому при проведении учёта, а также интерпретации гидроакустических данных важно их по возможности учитывать. В частности, весной по мере прогревания верхнего слоя воды разрушается обратная температурная стратификация и возникает кратковременная гомотермия (обычно в июне), когда температура воды по вертикали выравнивается на уровне  $+3$ – $+4$  °С [Использование спутниковых ..., 1998]. В Баргузинском заливе на эти процессы в значительной мере влияет речной сток р. Баргузин. На границе смешения тёплых речных и холодных озёрных вод непосредственно в районе предустья возникает термический фронт. Он достаточно быстро распространяется за пределы приустьевых участков (что хорошо видно на спутниковых снимках), продвигаясь как в сторону озера, так и вдоль северной части залива, огибая п-ов Святой Нос [Использование спутниковых ... , 1998] (рис. 7). Вновь отметим, что основная часть речной воды из Баргузина распространяется вдоль правого берега залива – там уже на расстоянии 1 км от устья в июне повышается температура и создаются благоприятные условия для развития фито- и зоопланктона. Вдоль левого берега залива и в центральной части (напротив устья реки) речная вода не способна повлиять на температуру (в 1 км от устья она остаётся «озёрной»).

Однако в обоих случаях основное количество взвешенных веществ выпадает именно в зоне смешения речной и озёрной воды. При этом биогенные элементы активно включаются в продукционные процессы и усваиваются фитопланктоном и микроорганизмами.

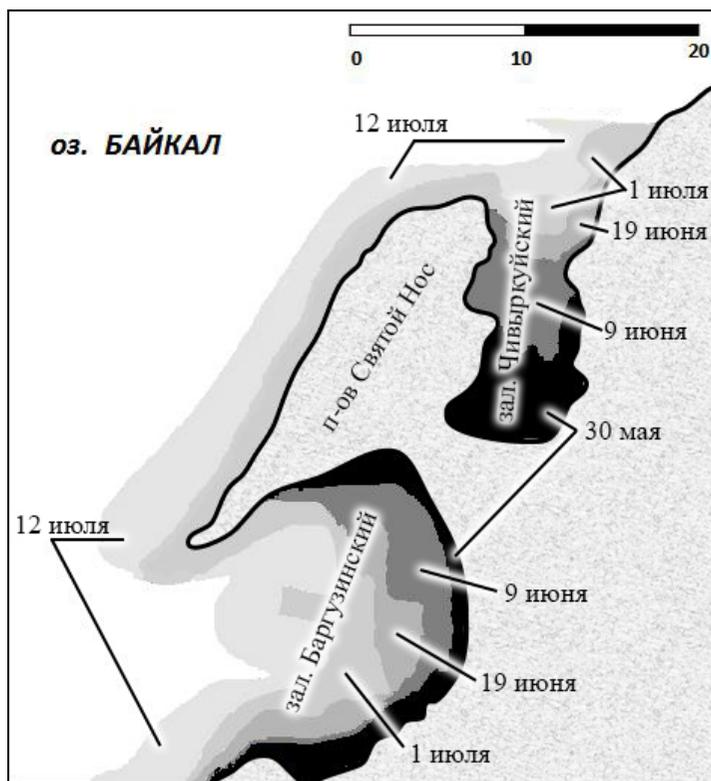


Рис. 7. Динамика распространения термического фронта в Чивыркуйском и Баргузинском заливах в 2011 г. ([www.baikal-space.ucoz.ru](http://www.baikal-space.ucoz.ru), с изменениями; по: [Использование спутниковых ... , 1998])

После выхода прибрежного термобара на глубины, превышающие 200–300 м, нижняя граница его фронта не достигает дна. Ниже фронта идёт активный водообмен, приводящий к обогащению глубинных вод кислородом, круговороту биогенных элементов и органического вещества [Международный гидрофизический ..., 1995]. От того, как быстро эти процессы протекают в тот или иной год (что определяется массой факторов – от солнечной активности до водности рек), и зависят сроки начала миграции омуля с мест зимовок к местам нагула.

О «расовом» составе омуля, обитающего в Баргузинском заливе, можно судить по промысловой статистике. В 2003–2009 гг. в заливе добывали по 200–300 т омуля, причём до 97 % (по массе) – это был омуль прибрежной МЭГ. Доля пелагического омуля не превышала 10, а придонно-глубоководного – 3 % [Материалы, обосновывающие ... , 2010]. Опираясь на эти данные и материалы гидроакустических съёмок, можно заключить, что в Баргузинском заливе в зоне, доступной для промысловых орудий лова, обитает в основном прибрежный омуль.

Гидроакустическая съёмка Чивыркуйского залива, выполненная в «разведочном» режиме в июле 2000 г., охватила галсами значительную площадь

(см. табл. 2). Она показала наличие в заливе стада омуля численностью около 3,2 млн экз. (на учётной акватории), из которых почти 75 % особей были крупными (от 23 см) (рис. 8). Высказываются сомнения, что рыбы, имеющие линейный размер 34–47 см, зарегистрированные в таком количестве, это именно омуль, поскольку указанные размеры более присущи байкальскому сигу. Другие исследователи на этом факте внимание не акцентируют [Гидроакустический учет ... , 2009], несмотря на то что в эту размерную группу могут входить только единичные экземпляры омуля прибрежной и пелагической МЭГ. Омуль придонно-глубоководной МЭГ (в возрасте от 14–15 лет) имеет длину 34–36 см, однако его присутствие в заливе в июле маловероятно.

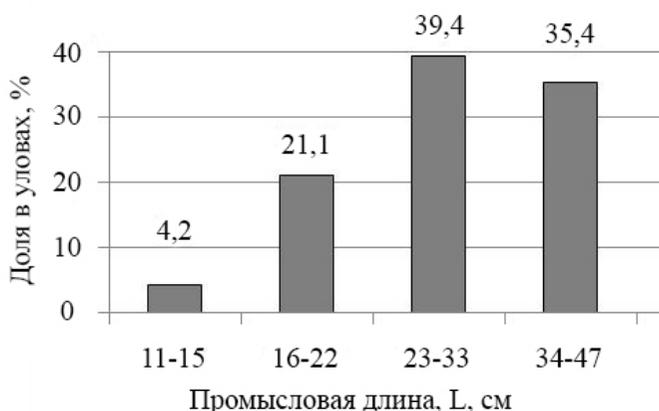


Рис. 8. Соотношение разных размерных групп байкальского омуля в Чивыркуйском заливе по данным гидроакустической съёмки 21–24.07.2000 г.

Мелких рыб здесь учтено очень немного (см. рис. 8). Скорее всего, они распределялись по многочисленным заливам и губам. Эти размерные группы малодоступны для гидроакустической съёмки и в данном случае также остались без внимания.

Таблица 2

Распределение численности ( $N$ ) и биомассы ( $B$ ) байкальского омуля по глубине в Чивыркуйском заливе по данным гидроакустической съёмки

$L$ , см	21–22.07.2000 $S \approx 12100$				3.06.2007 $S \approx 5302$				17–18.06.2008 $S \approx 13527$			
	N		B		N		B		N		B	
	тыс.	экз./га	т	кг/га	тыс.	экз./га	т	кг/га	тыс.	экз./га	т	кг/га
< 15					758	143	14,6	2,8				
15–21					548	103	35,6	6,7				
22 – ≥35					109	20,6	27,6	5,2				
$\Sigma$ всего	3158	261	254	21	1416	267±503	125	23,6	1465	108±155	31,5	2,3

Примечание:  $S$  – площадь учета, га.

Контрольные траления в июне и июле 2000 г. (работами руководил С. Г. Майстренко) на глубинах до 50 м показали наличие только омуля. Распределялся он по акватории относительно равномерно, без выраженных концентраций, преимущественно был мелким, неполовозрелым и почти целиком был отнесён к прибрежной МЭГ.

По данным гидроакустической съёмки, основная масса омуля была сосредоточена в центральной части и в глубине залива – на акватории между мысами Курбуликский и Безымянный. Здесь концентрация омуля достигала 1000–2000 экз./га (рис. 9). Однако на 58 % обследованной площади плотность омуля была низкой (100 экз./га), еще на 25 % – не превышала 300 экз./га, зарегистрированы также участки с нулевой плотностью. Два небольших по размеру пятна концентрации омуля отмечены в непосредственной близости от р. Бол. Чивыркуй – нерестовой реки чивыркуйской популяции омуля (см. рис. 9). Нельзя исключать, что скопления создавал именно этот омуль. Общая биомасса омуля в заливе оценена в 254 т (средняя удельная биомасса – 20,9 кг/га).

В 2001 г. количественные оценки рыбных запасов в Чивыркуйском заливе получить не удалось, поскольку зарегистрированные скопления состояли из особей не только разного размера, но и, вероятно, включали рыб разных видов, а в глубоководной части залива рыбных скоплений вообще не было обнаружено.

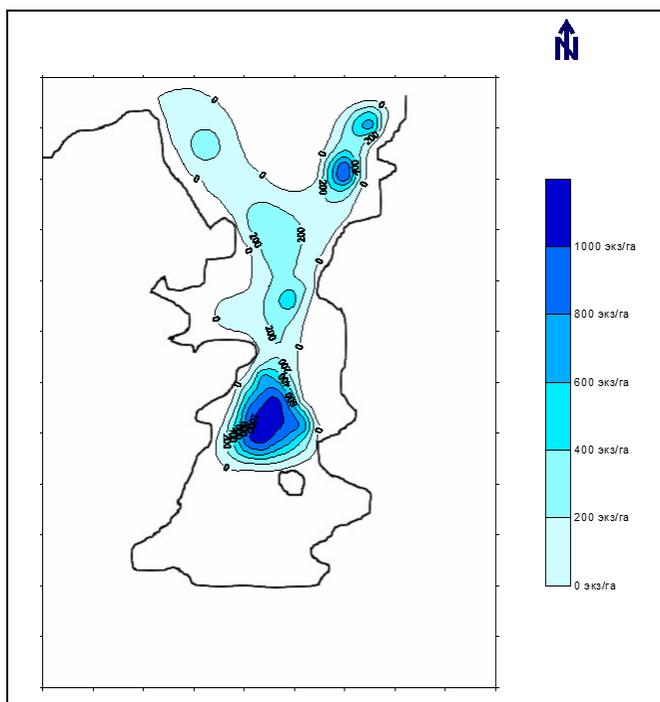


Рис. 9. Распределение численности байкальского омуля в Чивыркуйском заливе по данным гидроакустических съёмок 21–22 июля 2000 г.

В 2007 г. эхосъёмка была проведена в ранние сроки и достаточно тщательно (протяженность галсов 39 км), однако охватила только северную – глубоководную часть залива. Впрочем, согласно терминологии, принятой байкальскими гидроакустикими [Гидроакустический учет ..., 2009], акватория съёмки относится к категории «мелководная зона» – вся рыба была зафиксирована на глубинах до 200 м (рис. 10).

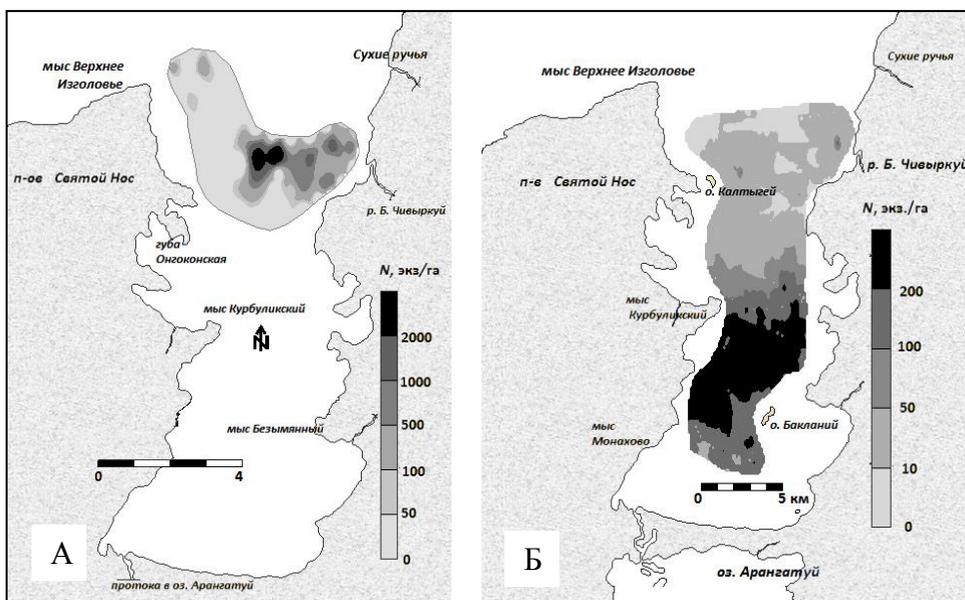


Рис. 10. Распределение численности байкальского омуля в Чивыркуйском заливе по данным гидроакустических съёмок 03.06.2007 (А) и 17–18.06.2008 (Б)

На обработанной акватории средняя плотность омуля и его удельная биомасса оказались практически такими же, как в 2000 г. (см. табл. 2). Омуль в основном не создавал пространственных плотных скоплений, был достаточно мелким (79 % имели длину менее 20 см) (см. рис. 5), в то же время в очень локальных акваториях образовывал скопления с максимальной зарегистрированной плотностью 2873 экз./га (см. рис. 10).

«Пятна» максимальной концентрации омуля оказались расположены на границе распространения термического фронта, о чём можно судить, сопоставив картины распределения омуля (см. рис. 10) и распространения термического фронта за неделю до съёмки (рис. 11).

Гидроакустическая съёмка 2008 г. в Чивыркуйском заливе охватила основную часть его акватории. При этом вновь проявилось влияние межгодовых колебаний гидротермического режима. Лёд в 2008 г. сохранялся относительно долго в непосредственной близости от створа залива (см. рис. 11).

Как известно, в Чивыркуйском заливе весенний термобар начинает развиваться непосредственно сразу после таяния льда в южной части и затем распространяется в северном направлении [Использование спутниковых ...,

1998]. В отличие от Баргузинского, в Чивыркуйском заливе влиянием речного стока на этот процесс можно пренебречь. Термический фронт здесь формируется исключительно за счёт неодинакового прогрева воды на разных глубинах. Фронтальная зона быстро достигает створа залива (в 1995 г. это случилось к 6 июня [Использование спутниковых ..., 1998], в 2011 – после 9 июня [Смирнов, Смирнова-Залуи, Орлов, 2013]) (см. рис. 7), но в последующий месяц положение термобара над глубоководной областью залива остаётся практически постоянным, с чем связано обострение температурного градиента. Анализируя спутниковый снимок акватории ([www.geol.irk.ru/dzz/bpt/ice](http://www.geol.irk.ru/dzz/bpt/ice)), сделанный 14 июня 2008 г., можно заключить, что фронт тёплой воды в Чивыркуйском заливе ещё не выражен в отличие от соседнего залива, где граница распространения тёплой баргузинской речной воды достаточно чётко видна вдоль пересыпи.

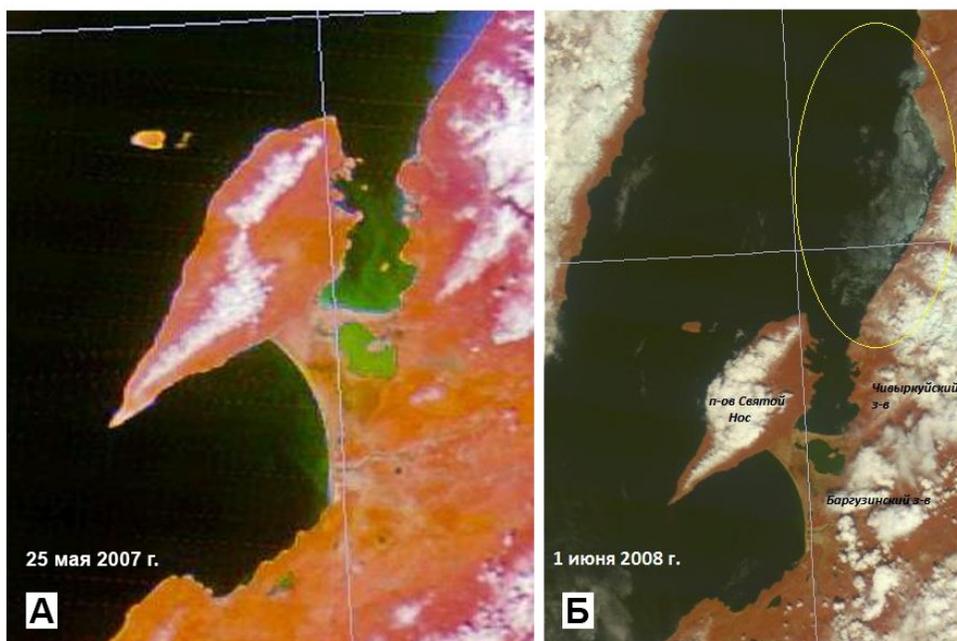


Рис. 11. Распространение термобара по состоянию на 25 мая 2007 г. (области зеленоватого цвета – «тёплая» вода) (А) и поля битого льда 1 июня 2008 г. (Б) (фрагменты спутниковых снимков. [www.geol.irk.ru/dzz/bpt/ice](http://www.geol.irk.ru/dzz/bpt/ice))

Можно предположить, что на момент съёмки вода в Чивыркуйском заливе только начала прогреваться. Возможно, именно по этой причине в заливе оказалось очень мало рыбы: средняя плотность (108 экз./га) была в два и более раз меньше, чем в другие годы. Судя по восстановленной длине регистрировавшихся рыб, омуль был мелким (90 % особей имели длину менее 20 см) (см. рис. 5), а его биомасса в разы уступала таковой в 2000 и 2007 гг. (см. табл. 2). Наибольшие концентрации рыб отмечены в глубине залива, севернее м. Курбуликский, где плотность омуля составляла всего 200–

300 экз./га (см. рис. 10), несмотря на то, что 76 % учтённых рыб имели длину менее 16 см (см. рис. 5). Этот факт подтверждает высказанное выше предположение.

Максимальная плотность рыб, зафиксированная при эхосъёмке в 2008 г., составила 3220 экз./га. Кроме того, в мелководной части Чивыркуйского залива зарегистрированы значительные скопления, состоящие из рыб неустановленных видов. Отметим, что технический разработчик аппаратно-измерительного комплекса «Аскор» А. И. Дегтев считает использование комплекса на глубинах менее 15 м неоправданным, поскольку в результате вносится большая ошибка, делая его неопределённым (личное сообщение).

Согласно промысловой статистике, в 1990-х гг. в Чивыркуйском заливе вылавливали по 210–460 тыс. шт. омулей в год, при этом 95–99 % общей численности составлял омуль прибрежной МЭГ. В 2000-х гг. такие сведения, вероятно, не собирались, но в границах Баргузинского промыслового района в целом доля вылова прибрежного омуля по массе колебалась от 87 (2012 г.) до 98 % (2010 г.).

### **Заключение**

Результаты гидроакустической съёмки омуля в крупнейших заливах Байкала в целом хорошо интерпретируются с учётом гидрологических факторов, что, с одной стороны, свидетельствует о необходимости их учёта при проведении гидроакустических работ, с другой – подтверждает правильность традиционных представлений «классических» ихтиологов. Как численность, так и распределение омуля по заливам определяется климатическими особенностями каждого года, особенно ярко это проявляется в более мелководном Чивыркуйском заливе. В более глубоководном Баргузинском заливе, не считая летних данных 2001 г., когда общий запас омуля превысил 500 т (97 кг/га), биомасса омуля в июне была очень мала (1–2 кг/га). Летом значительная часть омуля (33 % от общей численности и 36 % биомассы) остаётся в глубине 100–250 м, где формируются плотные скопления из рыб крупного размера, принадлежащих, вероятно, к придонно-глубоководной МЭГ.

### **Список литературы**

Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. Новосибирск : Наука. 2009. 244 с.

Дегтев А. И., Ивантер Д. Э. Автоматизированная система количественной оценки рыбных запасов гидроакустическим методом АСКОР-2 // Рыбное хозяйство. 2002. № 4. С. 32–40.

Дегтев А. И. Внедрение гидроакустического программно-технического комплекса «АСКОР» в практику количественной оценки запасов омуля озера Байкал // Отчет, фонды Байкальского филиала ФГУП Госрыбцентр. Петрозаводск, 2008. 29 с.

Использование спутниковых наблюдений для исследования термических фронтов озера Байкал // С. В. Семовский, М. Н. Шимараев, Н. П. Минько, Р. Ю. Гнатовский // Исследование Земли из космоса. 1998. № 5. С. 65–75.

Кожов М. М., Спелит К. К. Баргузинский промысловый район // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Иркутск, 1958. С. 605–637.

Материалы, обосновывающие объемы общих допустимых уловов водных биоресурсов в озере Байкал с впадающими в него реками на 2011 год (с оценкой воздействия на окружающую среду). М. : ВНИРО, 2010. 74 с.

Международный гидрофизический эксперимент на Байкале: процессы обновления глубинных вод в весенний период / М. Н. Шимараев, М. А. Грачев, Д. М. Имбоден, С. Окуда, Н. Г. Гранин, Р. Кипфер, Л. А. Левин, Ш. Эндо // Докл. РАН. 1995. Т. 343, № 6. С. 824–827.

Мишарин К. И. Байкальский омуль // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Иркутск : Иркут. кн. изд-во, 1958. С. 130–287.

Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, прогнозы ОДУ и возможного вылова на 2014 г. в пресноводных водных объектах зоны ответственности ФГУП «Госрыбцентр». Улан-Удэ : ФГУП «Госрыбцентр», 2013. 38 с.

Петерфельд В. А. Рыбохозяйственное использование водных биологических ресурсов (рыб) на особо охраняемых природных территориях (на примере Чивыркуйского залива озера Байкал) : автореф.... канд. биол. наук. Новосибирск : Новосиб. гос. агр. ун-т, 2015. 22 с.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М. : Пищепромиздат, 1966. 376 с.

Редкозубов Ю. Н. Чешуя байкальского омуля – как показатель некоторых моментов его биологии // Вопросы ихтиологии. 1968. Т. 8, вып. 5 (52). С. 919–930.

Смирнов В. В., Смирнова-Залуми Н. С., Суханова Л. В. Микроэволюция байкальского омуля. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 193 с.

Смирнов В. В., Смирнова-Залуми Н. С., Орлов С. И. Современные тенденции в распределении и промысловых уловах байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. 2013. Т. 6, № 3(1). С. 63–67.

## Distribution of Baikalian Omul *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) in the Water Area of the Barguzinsky Fishing Region of Lake Baikal according to Sonar Data

A. V. Varnavskii

*Baikalian Branch of VNIRO FSBSI, Ulan-Ude, Russian Federation*

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of data on Baikalian omul *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) obtained using the hydroacoustic method of accounting. Material was collected in the Chivyrkuisky and Barguzinsky bays of Lake Baikal in 2000–2008. The accounting was carried out in June – July from the vessel “PTS-150” project, from which control trawlings of detected accumulations of fish were carried out. Trawling was carried out at a vessel speed of 4.5 km / h, to a depth of 50 m. To obtain control catches from maximum depths, gill nets of standard size were used. To collect sonar data, the ASKOR hardware-software complex was used. The complex automatically calculates the number of fish in the water layer up to 300 m and determines the size range of targets, starting with a commercial fish length of 2 cm. Omul in the Barguzinsky Bay hibernates at depths of 200–400 m, but already in April it is found at a depth of 150–100 m, and in May it reaches shallow waters. In the Barguzin Bay in June the omul biomass was very small (1-2 kg/ha), apart from the summer data of 2001, when the total stock of omul was more than 500 tons (97 kg/ha). In summer, a significant part of omul (33 % in abundance and 36 % in biomass) remains at a depth of 100-250 m, where dense clusters of large-sized fish are formed, probably near-bottom groups. In Chivyrkuisky Bay, there is a population of omul belonging to the bottom-deep-water morpho-

ecological group. This omul spawns in the rivers flowing into the Chivyrkuisky Bay, and its range is limited to this bay, and Sosnovka Bay, which is part of the Barguzinsky Bay. According to sonar survey data, the bulk of omul was concentrated in the central part and in the depths of the Chivyrkuisky Bay – in the water area between Cape Kurbuliksky and Bezymyany. Omul concentration reached here of 1000–2000 ind/ha. Two small-sized spots of omul concentration were noted in the immediate vicinity of the Bol'shoi Chivyrkuy River – spawning river of the Chivyrkuy omul population. It cannot be ruled out that it was the omul that created the clusters. The total omul biomass in the bay is estimated at 254 tons (20.9 kg/ha).

**Keywords:** sonar data, Baikalian Omul, distribution, biomass, water temperature, Lake Baikal.

**For citation:** Varnavskii A.V. Distribution of Baikalian Omul *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) in the Water Area of the Barguzinsky Fishing Region of Lake Baikal according to Sonar Data. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2019, vol. 29, pp. 40-59. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.40> (in Russian)

### References

*Gidroakusticheskii uchet resursov baikal'skogo omulya* [Hydroacoustic accounting of the resources of the Baikal omul]. Novosibirsk, Science Publ., 2009, 244 p.

Degtev A.I., Ivanter D.E. Avtomatizirovannaya sistema kolichestvennoi otsenki rybnykh zapasov gidroakusticheskim metodom ASKOR-2 [Automated system for the quantitative assessment of fish stocks by the hydroacoustic method ASKOR-2]. *Rybnoe khozyaistvo* [Fisheries], 2002, no. 4, pp. 32-40.

Degtev A.I. *Vnedrenie gidroakusticheskogo programmno-tekhnicheskogo kompleksa "ASKOR" v praktiku kolichestvennoi otsenki zapasov omulya ozera Baikal* [Implementation of the ASKOR sonar software and hardware complex into the practice of quantitative assessment of omul stocks of Lake Baikal: Report]. Baikal Br. Gosrybtsentr. Petrozavodsk, 2008, 29 p.

Kozhov M.M., Spelit K.K. Barguzinskii promyslovi raion [Barguzinsky fishing area]. *Ryby i rybnoe khozyaistvo v basseine ozera Baikal* [Fish and fisheries in the basin of Lake Baikal]. Irkutsk, Irkutsk St. Publ., 1958, pp. 605-637.

*Materialy, obosnovyvyayushchie ob"emy obshchikh dopustimyykh ulovov vodnykh biore-sursov v ozere Baikal s vpadayushchimi v nego rekami na 2011 god (s otsenkoi vozdeistviya na okruzhayushchuyu sredu)* [Materials to justification of the total allowable catches of aquatic biological resources in Lake Baikal with rivers flowing into it for 2011 (with an assessment of the environmental impact)]. Baikal Br. Gosrybtsentr. Moscow, VNIRO, 2010, 74 p.

Misharin K.I. Baikal'skii omul' [Baikal omul]. *Ryby i rybnoe khozyaistvo v basseine ozera Baikal* [Fish and fisheries in the basin of Lake Baikal]. Irkutsk, Irkutsk St. Publ., 1958, pp. 130-287.

*Otsenit' sostoyanie zapasov vodnykh biologicheskikh resursov, razrabatat' rekomendatsii po ikh ratsional'nomu ispol'zovaniyu, prognozy ODU i vozmozhnogo vylova na 2014 g. v presnovodnykh vodnykh ob"ektakh zony otvetstvennosti FGUP «Gosrybtsentr»* [Assess the state of stocks of aquatic biological resources, develop recommendations for their rational use, forecasts of ODEs and possible catch for 2014 in freshwater bodies of the FSUE Gosrybtsentr responsibility zone]. Gosrybtsentr. Ulan-Ude, 2013, 38 p.

Peterfeld V.A. *Rybokhozyaistvennoe ispol'zovanie vodnykh biologicheskikh resursov (ryb) na osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh (na primere Chivyrkuiskogo zaliva ozera Baikal)* [Fisheries use of aquatic biological resources (fish) in specially protected natural areas (on the example of the Chivyrkuisky Bay of Lake Baikal): Candidate in Biology dissertation abstract]. Novosibirsk, Novosibirsk St. Agr. Univ., 2015, 22 p.

Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [Guidelines for the study of fishes (mainly freshwater)]. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 1966, 376 p.

Redkozubov Yu.N. Cheshuya baikalskogo omulya – kak pokazatel' nekotorykh momentov ego biologii [Scales of Baikal omul as an indicator of some aspects of its biology]. *J. Ichthyol.*, 1968, vol. 8, is. 5 (52), pp. 919-930.

Semovskii S.V., Shimaraev M.N., Min'ko N.P., Gnatovskii R.Yu. Ispolzovanie sputnikovykh nablyudenii dlya issledovaniya termicheskikh frontov ozera Baikal [Use of satellite observations to study the thermal fronts of Lake Baikal]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa* [Earth exploration from space], 1998, no. 5, pp. 65-75.

Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V. *Mikroevolyutsiya baikal'skogo omulya* [Microevolution of Baikal omul]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2009, 193 p.

Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Orlov S.I. Sovremennye tendentsii v raspredelenii i promyslovykh ulovakh baikal'skogo omulya *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) [Current trends in the distribution and commercial catches of Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi)]. *The Bull. Irkutsk St. Univ. Ser. Biol. Ekol.*, 2013, vol. 6, no. 3(1), pp. 63-67.

Shimaraev M.N., Grachev M.A., Imboden D.M., Okuda S., Granin N.G., Kipfer R., Levin L.A., Endo Sh. Mezhdunarodnyi gidrofizicheskii eksperiment na Baikale: protsessy obnoveniya glubinnykh vod v vesennii period [International hydrophysical experiment on Baikal: processes of updating deep water in the spring]. *Doklady AS*, 1995, vol. 343, no. 6, pp. 824-827.

*Варнавский Андрей Валентинович*  
*старший специалист*  
*Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО»*  
*Россия, 670034, г. Улан-Удэ,*  
*ул. Хахалова, 4б*  
*e-mail: daos@rambler.ru*

*Varnavskii Andrei Valentinovich*  
*Senior Specialist*  
*Baikalian Branch of VNIRO FSBSI*  
*4b, Khakhalov st., Ulan-Ude, 670034,*  
*Russian Federation*  
*e-mail: daos@rambler.ru*