

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/324819329>

# Гидроакустическая оценка распределения омуля *Coregonus migratorius* в озере Байкал в мае-июне 2007 г. для ....

Conference Paper · January 2008

CITATIONS

0

15 authors, including:



**A.I. Degtev**

PromHydroacoustics, Ltd

14 PUBLICATIONS 46 CITATIONS

SEE PROFILE



**Elena Dzyuba**

Limnological Institute Siberian Branch of the...

78 PUBLICATIONS 72 CITATIONS

SEE PROFILE



**Igor V. Khanaev**

Russian Academy of Sciences

50 PUBLICATIONS 120 CITATIONS

SEE PROFILE



**P.N. Anoshko**

Russian Academy of Sciences

10 PUBLICATIONS 8 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Microbiome researches on endemic organisms of Lake Baikal (sponges, cottoide fish) [View project](#)



Parasitology [View project](#)



**75** лет

Большереченскому  
заводу

# СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

искусственного воспроизводства  
рыбных запасов Байкальского региона

# Гидроакустическая оценка распределения омуля *Coregonus migratorius* в озере Байкал в мае–июне 2007 г. для определения его запаса

Мельник Н.Г., Дегтев А.И.\*, Соколов А.В.\*\*, Смирнова-Залуи Н.С., Дзюба Е.В., Варнавский А.В.\*\*\*, Тягун М.Л., Ханаев И.В., Аношко П.Н., Дегтярев В.А., Макаров М.М., Кучер К.А., Смолин И.Н., Небесных И.А., Коцарь О.В. Лимнологический институт СО РАН, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, E-mail melnik@lin.irk.ru. \*ООО «ПромГидроакустика», г. Петрозаводск

\*\*\* Калининградский государственный технический университет, 236000, г. Калининград, Советский пр., 1, Россия; e-mail: sokolov@klgtu.ru, \*\*\* ОАО «Востсибрыбцентр», г. Улан-Удэ, ул. Хахалова, 4б; daos@rambler.ru

## Введение

Устойчивое хозяйственное использование водных биоресурсов требует постоянного, объективного и регулярно возобновляемого количественного знания о состоянии запаса используемой популяции. Правительством РФ утверждена «Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации (2003–2020 гг.)», призванная определить порядок использования биоресурсов российскими рыбаками и внести значительные улучшения в систему управления рыболовством и биоресурсами российских морей и внутренних водоемов. Одним из важнейших направлений рыбохозяйственной науки признано следующее: «Существенное повышение качества оценки запасов и определения объемов ОДУ (общий допустимый улов), которое возможно лишь при использовании всей доступной информации и применения передовых технологий». Поэтому один из ключевых вопросов рационального использования рыбных ресурсов озера Байкал – это достоверная оценка численности (биомассы) байкальского омуля как основного промыслового вида.

Мировая практика разрешения этой проблемы направлена на обеспечение дистанционности и экспрессности учета распределения рыб и на получение не «точечных» оценок структуры популяций в скоплениях, а «непрерывных» прямых оценок количества рыб в заданном диапазоне размера тела под единицей поверхности водоема (обычно на гектар или квадратную милю). В таком случае точность экстраполяции повышается по определению. Общеизвестно, что для этого давно и широко используется гидроакустический метод. Адаптация такого метода на Байкале и рациональное его встраивание в систему мониторинга байкальского омуля является актуальной и практически важной задачей.

В 1988–1989 гг. Лимнологический институт СО РАН и НТК «Эхо» (г. Петрозаводск) апробировали тралово-акустический метод учета омуля на Байкале для определения численности и биомассы байкальского омуля (Сиделева и др., 1996). В течение 90-х гг. и затем в 2000–2006 гг. при участии сотрудников ЛИН СО РАН, Востсибрыбцентра, ВНИРО, ТИНРО-Центра, ООО «ПромГидроакустика» и иностранных коллег проведены работы по дальнейшей адаптации метода к байкальским условиям, разработаны рекомендации по срокам (май–июнь, сразу за сходом льда) и по маршруту текущего ежегодного гидроакустического учета омуля (Кудрявцев и др., 2005; Melnik et al., 2007; Smirnova-Zalumi et al., 2007; и др.). По данным специальных эхометрических съемок в 1995, 1996, 1998 гг. выполнена оценка численности и биомассы омуля в весенний и осенний периоды. В мае–июне 2003 г. проведен акустический учет омуля (Мамонтов

и др., 2004 а, б) совместно с текущим мониторингом рыбных ресурсов озера Байкал, выполняемым Востсибрыбцентром. В последнем также применялась эхосъемка. Оценка запаса омуля в 2003 г. с учетом открытых вод силами ЛИН и ВНИРО дала экстраординарную величину (Мамонтов и др., 2004 а) по сравнению с классическим методом тралово-сетного учета, проведенного в плановом порядке Востсибрыбцентром. Возникла проблема поиска причин вышеупомянутого расхождения.

Стало ясно, что необходимы дополнительные исследования систематических и статистических погрешностей в определении запаса омуля в озере. Эти погрешности могли быть связаны, прежде всего, с неоднородностью распределения рыб в пелагиали в период учетных съемок (май–июнь) и, соответственно, – с недостатком акустических данных для экстраполяции на большие акватории, с уловистостью (селективностью) разноглубинного пелагического трала и с корректностью определения акустических параметров рыб (силы цели) для расчета биомассы. Решение проблемы представлялось в усовершенствовании всех звеньев учетных работ и в том числе – в достоверном определении доли численности омуля в открытых водах озера, по сравнению с участками пелагиали над глубинами менее 400 м. По данным 2003 г. было показано, что эти величины отличаются для разных районов Байкала и могут достигать 70% (Melnik et al., 2007; Дегтярев и др., 2008). В связи с вышесказанным была поставлена цель (Мельник и др., 2006) – на основе достижений мировой науки создать и внедрить в практику ежегодного государственного мониторинга байкальского омуля научно-методический комплекс тралово-акустического учета байкальского омуля, который позволяет в экспрессном режиме прямым дистанционным способом учесть его запас, т.е. численность, размерный состав и биомассу рыб в зоне весеннего обитания этого вида. В 2005–2007 гг. было выполнено следующее: 1) разработана техническая схема; 2) проведена комплектация программно-аппаратной части комплекса и отработка рабочих режимов устройств, в т.ч. непрерывного измерения забортной температуры воды; 3) апробирована методика контрольных количественных тралений для оценки поверхностной и объемной плотности рыб в 500-метровой толще воды с использованием тралового зонда; 4) проведены дополнительные исследования по оценке источников погрешностей в определении запаса омуля в озере из-за неоднородности распределения рыб в разные годы с различными темпами прогресса водных масс (Дегтярев и др., 2007); 5) для уточнения акустических характеристик омуля разного размера и повышения надежности идентификации других объектов проведены контрольные обловы ЗРС и специальные работы по силе омуля в садке (с

участием специалистов ВНИРО), а также исследована связь морфологических особенностей плавательного пузыря омуля и линейно-весовых показателей рыб (Аношко, Дзюба, настоящий сборник); 6) наконец, сделана база контрольных траловых данных (Коцарь и др., настоящий сборник).

В данной работе приводятся результаты еще одного важного этапа – контрольной акустической съемки омуля в мае-июне 2007 г., выполненной авторским коллективом по всей акватории озера Байкал.

### Материалы и методы

Гидроакустическая съемка производилась с использованием программно-технического комплекса «АСКОР» (Дегтев, Ивантер, 2002) в период с 25 мая по 5 июня 2007 г. на судне НИС «Г.Ю. Верещагин» на базе эхолота Furuno FCV291 с рабочей частотой 200 КГц и с максимальной глубиной регистрации отдельных целей на 250 м. На рис. 1 представлен планшет озера с фактическим положением галсов съемки по данным системы спутниковой навигации GPS. Обследовано 673 894 га. Помимо глубоководных разрезов в съемке применялась зигзагообразная схема галсов с направлением галсов от берега в море и обратно и углом раствора ~ 30°. Точки поворотов галсов определялись глубиной места: у берега 30–50 м, где заканчивалась регистрация рыбы, и 300–400 м в озере, где плотность регистрируемых рыб резко падала. Техническая система измерения забортной температуры воды (в 10–15-см слое воды) в непрерывном режиме состояла из цифрового датчика температуры DS 1820 фирмы Dallas Semiconductor, с регистрацией температуры каждые 15 с. Контрольный облов обнаруженных скоплений рыб осуществлялся тралом РК 15/30 и набором сетей ячеистостью 12–45 мм.

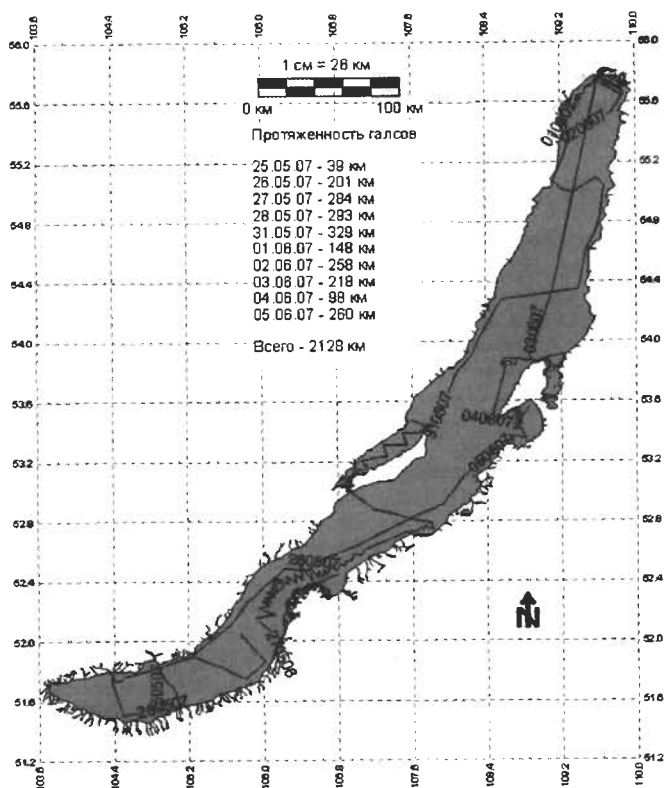


Рис. 1. Планшет озера Байкал с фактическим положением галсов съемки по данным системы спутниковой навигации GPS.

В 2007 г. акустическая съемка омуля была проведена в оптимальные сроки по всей акватории озера (рис. 1) с охватом зоны образования скоплений омуля в весенний период до глубин 250 м. Это доказывают два обстоятельства: 1) в сроки эхосъемки прогрев вод озера наблюдался в узко локальных районах (Дегтярев и др., 2007); 2) но даже в наиболее прогретых участках – на Селенгинском и Северо-Байкальском мелководьях – омуль формировал плотные скопления в надсклоновых водах, но массовый привал в зону глубин мельче 50–100 м еще не начался. Так, на Северо-Байкальском мелководье скопления омуля были приурочены к склонам дна и расположены в слоях воды 50–100 м, простираясь до 200–300 м в сторону озера. В них были зарегистрированы наибольшие для озера средние значения плотности рыб – 537 экз./гектар, приуроченные к районам прибрежной пелагиали, примыкающей к притокам озера, – рр. Кичере и Верхней Ангаре (рис. 2). Поверхностные слои воды в этих районах оказались прогретыми до 9–10°C.

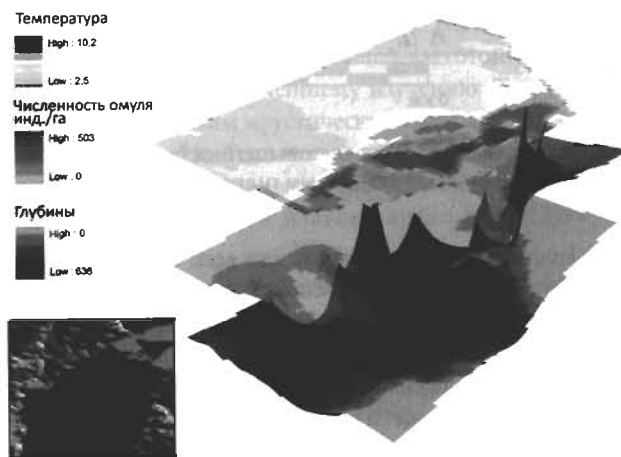


Рис. 2. Распределение омуля (*Coregonus migratorius*) в районе Северо-Байкальского мелководья озера Байкал 1 июня 2007 г.: верхняя плоскость – поверхностная температура воды, °С; средняя плоскость – усредненная численность омуля по акустическим данным, инд./га; нижняя плоскость – глубина озера, м.

В 2007 г., так же как и в 2003 г., омуль регистрировался в открытых водах (рис. 3), и, так же как в 1989 (Сиделева и др., 1996) и в 2003 г. (Мамонтов и др., 2004), здесь он не образовывал крупных плотных скоплений. На большей части акватории глубинной зоны рыбы были распределены дисперсно, и их поверхностная плотность (экз./га) была низка; в Южном Байкале – 32 экз./га (рис. 3,4).

Для оценки биомассы омуля для всей акватории озера были использованы два способа расчета. Первый (табл. 1) – расчет по соотношениям, аналогичным данным эхосъемки 2003 г. (Дегтярев и др., 2008): 1) численности рыб в двух батиметрических зонах – прибрежной зоне над глубинами менее 200 м, т.е. в верхней части берегового склона и над мелководной платформой, и в нижней части берегового склона – над глубинами 200–400 м; 2) численности рыб в глубоководной зоне над глубинами более 400 м. За

основную величину считалась более достоверная (в связи с плотностью галсов) оценка по первой зоне; для Южного Байкала принята величина численности для всей котловины, полученная в эхосъемке (рис. 3). Биомассы рассчитаны по соотношению длины (l) и массы (m) рыб по уравнению, полученному по траловым ловам эхосъемки 2003 г. ( $m = 0,0014827 \cdot l^3,4724263$ ). Скорректированная оценка численности омуля в пелагиали озера в мае–июне 2007 г. по первому способу равна 170 млн. экз., биомасса – 22 тыс. т.

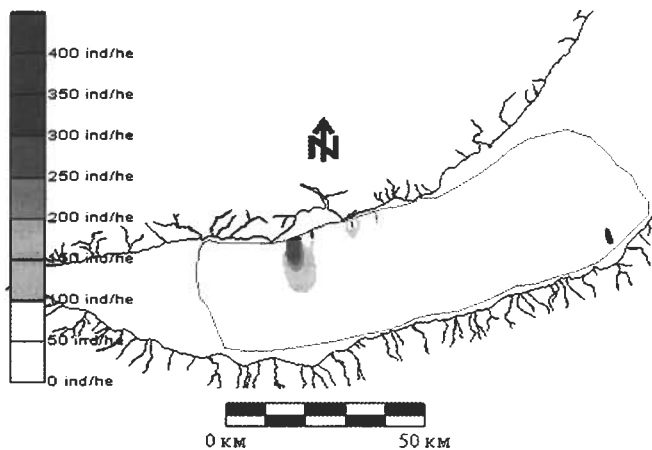


Рис. 3. Планшет распределения плотности рыбных скоплений в Южном Байкале по данным гидроакустической съемки 25–26 мая 2007 г.

Для оценки биомассы омуля для всей акватории озера были использованы два способа расчета. Первый (табл. 1) – расчет по соотношениям, аналогичным данным эхосъемки 2003 г. (Детярев и др., 2008): 1) численности рыб в двух батиметрических зонах – прибрежной зоне над глубинами менее 200 м, т.е. в верхней части берегового склона и над мелководной платформой, и в нижней части бере-

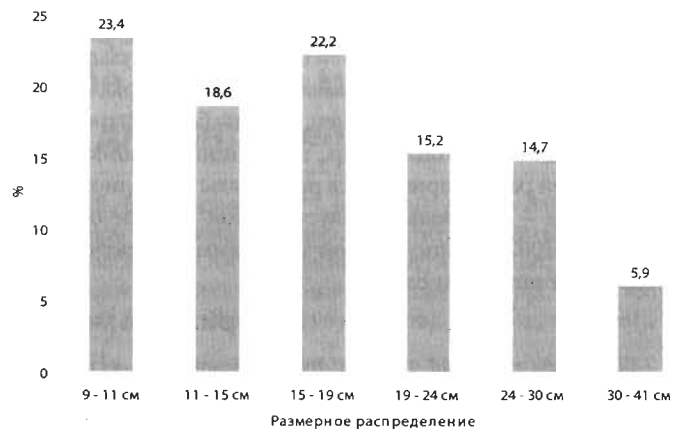


Рис. 4. Гистограмма распределения промысловой длины зарегистрированных одиночных рыб в Южном Байкале по данным гидроакустической съемки 25–26 мая 2007 г.

гового склона – над глубинами 200–400 м; 2) численности рыб в глубоководной зоне над глубинами более 400 м. За основную величину считалась более достоверная (в связи с плотностью галсов) оценка по первой зоне; для Южного Байкала принята величина численности для всей котловины, полученная в эхосъемке (рис. 3). Биомассы рассчитаны по соотношению длины (l) и массы (m) рыб по уравнению, полученному по траловым ловам эхосъемки 2003 г. ( $m = 0,0014827 \cdot l^3,4724263$ ). Скорректированная оценка численности омуля в пелагиали озера в мае–июне 2007 г. по первому способу равна 170 млн. экз., биомасса – 22 тыс. т.

Второй способ (табл. 2) применялся для ежегодного расчета биомассы омуля в Байкале Востсибрыбцентром по результатам гидроакустических съемок 2000–2004 гг. С учетом времени проведения съемок (конец мая–июнь) и особенностей миграций омуля в данный период (так называемые «привалы» омуля в прибрежную часть Байкала), рассчитывались потенциальные площади акватории Бай-

Таблица 1  
Численность и биомасса омуля в 1989, 2003 и 2007 гг., полученная тралово-акустическим методом

Год	Район	Численность в прибрежно-склоновой зоне (млн. экз.)	Численность с учетом глубоководной зоны (млн. экз.)	Биомасса, т
1989	Весь Байкал	-	297	26000
2003	Южный и Средний Байкал	-	450**	87000* (50000**)
2007	Южный Байкал	13,2	13,2	1901
	Селенгинское мелководье	60,0	83,3	13328
	Малое Море	2,0	-	65
	Средний Байкал и Баргузинский залив	3,2	13,9	1237
	Чивыркуйский залив	1,4	-	125
	Северный Байкал	14,3	59,6	5304
	Весь Байкал	94,1	170,0	21960

Примечание: \* – оценка предварительная, подлежит корректировке; \*\* – расчетная оценка по размерно-возрастному составу омуля в траловых ловах 2003 г. (Мамонтов и др., 2004 а).

кала, в пределах которых возможно применение полученных характеристик численности и биомассы омуля. Принято, что, согласно как гидроакустическим показаниям, так и контрольным тралово-сетным ловам, выявленные концентрации омуля (или зафиксированные скопления) в конце мая–начале июня характерны для прибрежной зоны Байкала до изобаты 250 м. С глубиной численность омуля в целом снижается. Согласно записям эхолота, в ранневесенний период 2007 г. концентрации омуля резко снижались с глубиной 300–400 м.

Если в среднем по Байкалу в 2000–2004 гг. биомасса омуля в прибрежной части составила 27,1 кг/га, то в пелагиали в 9 раз меньше, т.е. 3,0 кг/га. Вместе с тем последняя величина очень вариабельна, т.к. и в открытом Байкале отмечаются отдельные локальные активно перемещающиеся скопления омуля (рис. 3). Выявление и интерпретации этих скоплений представляются чрезвычайно трудной задачей, как раз в связи с выраженными нагульными миграциями омуля.

По результатам гидроакустической съемки 2007 г. средняя длина омуля в смешанном стаде составила 18,5 см, восстановленная масса – 92 г (использована зависимость промысловая длина – масса омуля смешанного стада за 2000–2006 гг.). Средняя длина омуля для смешанного стада, рассчитанная по восстановленной возрастной структуре, в 2000–2006 гг. (фонды Востсибрыбцентра) – 19,6 см, масса – 114 г. Межгодовые изменения этих показателей, по материалам Востсибрыбцентра, довольно незначительны – так, средняя длина омуля в 2000–2006 гг. колебалась в пределах 19,2–20,6 см.

Если принять площадь поверхности озера равной 31772

км<sup>2</sup>, или 3177200 га (Шерстянкин и др., 2006), то разница между учетной площадью (где были зафиксированы скопления) равна 2897634 га (3172200 – 274566 га). Средняя плотность рыб по наиболее корректно обследованным глубоководным участкам Южного Байкала равна 32 экз./га. Отсюда откорректированная численность омуля в глубоководных участках трех котловин равна 92724 тыс. экз. (2897634х32), а всего в озере – 81 327 (в скоплениях) + 92724 (в других участках) тыс. экз. – равна 174 млн. экз., биомасса 17,4 тыс. т. Эта оценка близка к полученной по первому способу.

Таким образом, для акватории озера Байкал в 2007 г. (табл. 1, 2) получены следующие оценки биомассы омуля: 17,4–21,3–22,0 тыс.т. Первая величина получена с условием средней плотности 3,3 кг/га в открытых водах южной котловины и на других, не обследованных участках озера. Вторая величина – при наличии таковой плотности (3,3 кг/га), но на площадях, на которых были обнаружены скопления в 2000–2006 гг. Третья величина получена, исходя из наблюдающегося в озере соотношения биомассы омуля в разных батиметрических зонах. Большее ее значение может иметь причиной косвенный учет рыб в слое воды 250–350 м, которые могли быть не учтены в 2007 г. эхолотом в используемом комплексе АСКОР с рабочей частотой 200 кГц. Этот вопрос подлежит дальнейшему изучению. Так, по предварительным оценкам акустических данных 2003 г. (эхолот ЕУ500, частота 70 кГц, максимальная глубина регистрации 300 м), доля рыб в слое воды 250–300 м варьирует в разных районах озера в дневное и ночное время от 5 до 37%.

Таблица 2  
Откорректированные на акваторию озера значения биомассы байкальского омуля по методу Востсибрыбцентра

Район	Годы	Площадь района, тыс. га	Биомасса, кг/га	Биомасса, т
Селенгинское мелководье	2000-2004	184	31,6	5814
	2007*	184	38,2	7029
	2007**	160,6	38,2	6135
Баргузинский залив	2000-2004	66	10,9	719
	2007*	66	8,4	554
	2007**	21,5	8,4	181
Малое Море	2000-2004	84	3,8	319
	2007*	84	0,7	59
	2007**	61,4	0,7	43
Северный Байкал	2000-2004	85	50,8	4318
	2007*	85	53,5	4548
	2007**	25,7	53,5	1375
Чивыркуйский залив	2000-2004	12	18,8	226
	2007*	12	16,7	200
	2007**	5,3	16,7	89
Другие участки	2000-2004	20	18,8	390
Остальная акватория, преимущественно открытые участки	2000-2004	2699	3,0	8097
	2007*	2699	3,3	8907
	2007**	2898	3,3	9563
Весь Байкал	2000-2004	3150	6,3	19883
	2007*	3150	6,7	21297
	2007**	3172	5,5	17386

Примечание: \* – расчет за 2007 г. по площади, учтенной в 2000–2006 гг.; \*\* – расчет по площади, учтенной в 2007 г., и при площади поверхности озера 3177200 га.

По второму способу, биомасса омуля, определенная гидроакустическим методом, в 2000–2004 гг. оценена на уровне 19,9 тыс. т, в 2007 г. соответственно 17,4 тыс. т. Средняя биомасса омуля, рассчитанная согласно методикам, принятым в Востсибрыбцентре (составление промысловых моделей, в т.ч. ВПА, учет численности скатывающихся личинок и производителей, заходящих в реки на нерест), в 2000–2006 гг. составила 23,8 тыс. т. При условии достаточной объективности традиционного метода оценки состояния запасов, гидроакустическим методом в 2000–2004 г.г. было оценено 83,6% от имеющейся биомассы омуля в Байкале. Если применить эту оценку к 2007 г., то получим величину 20,8 тыс. т. Эта величина также входит в вышеуказанный диапазон биомасс омуля в 2007 г. Наконец, этот диапазон (17,4–22,0), равный 4,6 тыс. т, лежит в пределах 20–30%-ной ошибки тралово-акустического метода, обычно указываемой в методических руководствах (Simmons et al., 2003).

Представляется, что результаты гидроакустической съемки 2007 г. достаточно объективно отражают состояние запасов байкальского омуля. Вместе с тем нужно отдавать себе отчет, что полученные материалы имеют вероятностный характер в связи с неопределенностью интерпретации материалов за пределами обследованных акваторий и наблюдаемой разреженностью и очень высокой изменчивостью значений плотности скоплений омуля в прочих районах и пелагиали Байкала. Возможны два взаимодополняемых пути решения проблемы. Во-первых, отработка вопросов тактики проведения съемок в пелагиали Байкала (в этом случае съемка должна проводиться не менее чем на двух научно-исследовательских судах с очень детальным обследованием открытых вод). Во-вторых, необходима разработка комплексной методики оценки запасов байкальского омуля, включающей как гидроакустическую съемку, так и традиционные расчетные ихтиологические методы. При этом возможна объективная интерпретация полученных гидроакустическим методом материалов по численности байкальского омуля на обследованных акваториях в целом для всего озера.

В настоящей работе проанализированы материалы гидроакустических съемок, проводимых Востсибрыбцентром в 2000–2004 гг. в сопоставлении со съемкой Лимнологического института СО РАН в 2007 г. Проанализированные материалы сопоставимы и взаимно дополняют друг друга. Вместе с тем Лимнологическим институтом СО РАН и ВНИРО (г. Москва) ранее (2003 г.) были получены и другие оценки, свидетельствующие о возможно значительно большей величине запаса байкальского омуля в 50 и даже 85 тыс. т (Мамонтов и др., 2004 а). С точки зрения функционирования основных популяций байкальского омуля и специфики динамики численности, присущей всем трем морфоэкологическим группам байкальского омуля (соотношение промысловой и естественной смертности для всех возрастных групп, в т.ч. и не принимающих участие в промысле,

величины захода омуля на нерест и ската личинок в Байкал), такие величины запаса являются проблематичными и подлежат пересчету с учетом скорректированного уравнения силы цели омуля и проверенной методики экстраполяции данных отдельных галсов на прилегающие акватории.

#### Литература

- Дегтев А.И., Ивантер Д.Э. Автоматизированная система количественной оценки рыбных запасов гидроакустическим методом АСКОР-2 // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 4. – С. 32–40.
- Дегтярев В.А., Макаров М.М., Якуп М.А., Варнавский А.В., Дегтев А.И. Исследование особенностей распределения промыслового вида *Coregonus autumnalis migratorius* в озере Байкал по акустическим данным // Биология внутренних вод: Материалы докладов XIII Международной молодежной школы-конференции молодых ученых (Борок, 23–26 октября 2007 г.). – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2007. – С.70–74.
- Дегтярев В.А., Шерстянкин П.П., Мельник Н.Г. Особенности распределения омуля (*Coregonus autumnalis migratorius*) в разных районах озера Байкал по акустическим данным // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 152. – С. 58–63.
- Кудрявцев В.И., Дегтев А.И., Соколов А.В. Об особенностях количественной оценки запасов байкальского омуля гидроакустическим методом // Рыбное хозяйство. – 2005. № 3. – С. 66–69.
- Мамонтов А.М., Смирнова Н.С., Бондаренко В.М., Попов С.Б., Горин А.Н., Баранов В.И., Аношко П.Н., Ханаев И.В. Численность и биомасса омуля по материалам тралово-акустической съемки на Байкале в 2003 г. // Тезисы международной конференции «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами». – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2004 а. – С. 162–163.
- Мамонтов А.М., Смирнова Н.С., Ханаев И.В., Аношко П.Н., Бондаренко В.М., Попов С.Б., Горин А.Н., Баранов В.И., Толмачева Ю.П., Сорокинов А.В., Тетерина В.И., Исаев А.В., Толстикова Л.И., Тягун М.Л. Размерно-возрастные характеристики и распределение омуля по материалам тралово-акустической съемки на Байкале в 2003 г. // Тезисы международной конференции «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами». – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2004 б. – С. 162–163.
- Мельник Н.Г., Смирнова-Залуми Н.С., Аношко П.Н., Дзюба Е.В., Дегтярев В.А., Макаров М.М., Тягун М.Л., Ханаев И.В., Ченский А.Л., Якуп М.А., Бондаренко В.М., Гончаров С.М., Попов С.Б., Мизюркин М.А., Астафьев С.Э. Создание научно-методического комплекса тралово-акустического учета байкальского омуля // Первая международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов»: материалы конференции, 1-2 ноября 2006 г., Москва. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С.154–156.
- Шерстянкин П.П., Алексеев С.П., Абрамов А.М., Ставров К.Г., Де Батист М., Хус Р., Канальс М., Касамар Х.Л. Батиметрическая электронная карта озера Байкал // ДАН. – 2006. – Т. 408, № 1. – С. 102–107.
- Сиделева В.Г., Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Мамылов В.С., Немов В.И., Пушкин С.В. Оценка ресурсов байкальского омуля гидроакустическим методом // Рыбное хозяйство. – 1996. – № 6. – С. 37–38.
- Melnik N.G., Degtyarev V.A., Dzyuba E.V., Bondarenko V.M., Popov S.V., Anoshko P.N., Khanaev I.V. and Smirnova-Zalumi N.S. 2007. Distribution of Baikal omul (*Coregonus autumnalis migratorius*) in 2003 by acoustic data // *Fundam. Appl. Limnol. (Arch. Hydrobiol.) Spec. Issues Advanc. Limnol.* 60: 231–236.
- Simmonds J., MacLennan D. *Fisheries Acoustics. Theory and Practice / Second Edition.* – Blackwell, Oxford, UK, 2005. – 259 p.
- Smirnova-Zalumi N.S., Smirnov V.V., Goncharov S.M., Popov S.B., Melnik N.G., Rudstam L. 2007. Seasonal distribution of Baikal omul and problem of its acoustic survey // *Fundam. Appl. Limnol. (Arch. Hydrobiol.) Spec. Issues Advanc. Limnol.* 60: 237–246.