

## Session II. ECOLOGICAL PROBLEMS OF AQUATIC AND WETLAND ECOSYSTEMS IN THE BAIKAL LAKE BASIN

### Секция II. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ И ВОДНО-БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ

#### METALS IN ORGANS AND TISSUES OF BREAM *ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS МЕТАЛЛЫ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS

*S.V. Bazarsadueva<sup>1</sup>, D.V. Popov<sup>1</sup>, N.B. Boldanova<sup>1</sup>, L.D. Radnaeva<sup>1, 2</sup>*

<sup>1</sup>*Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia, bselmeg@gmail.com*

<sup>2</sup>*Buryat State University, Ulan-Ude, Russia, lrad@binm.bscnet.ru*

The lake Kotokel is located between the mouths of Turka and Kika rivers along the eastern coast of the Lake Baikal. Numerous rivers flowing into the lake bring a lot of suspended solids, which gradually settle on the bottom of the lake, forming a thick layer of silt with a capacity of tens of meters. Since the beginning of April 2008, mass fish mortality has observed on the lake. Lake Kotokel at this time is considered to be an environmental disaster. Samples of muscle tissue, kidney and liver of 11 breams *Abramis brama* Linnaeus were analyzed. Breams were collected in December 2008. The content and character of accumulation of heavy metals (Ni, Cu, Zn, Cr, Mn, Pb, and Cd) in organs and tissues were determined. These metals are the most dangerous and well studied pollutants of superficial waters. Before analysis samples were stored at  $-18^{\circ}\text{C}$ . Analyzed organs and tissues accumulate various metals in different degree. Distribution of metals in a body of fish is characterized by non-uniformity. It depends on functional features of organs, their cumulative activity and chemical properties of the metal (fig. 1).

Изучение концентрации металлов в тканях рыб имеет огромное значение в связи с использованием их в пищу, что определяет необходимость оценки и контроля их микроэлементного состава. Рыбы являются представителями верхних уровней трофической цепи, поэтому основным путем поступления металлов в организм рыб является поступление с пищей (алиментарное). В то же время жаберное дыхание делает возможным и поступление металлов через покровы тела (парентеральное). Поэтому накопление металлов происходит либо в тканях рыб, непосредственно контактирующих с водой (кожа и жабры), либо во внутренних органах, обеспечивающих экскреторные функции (печень и почки) (Давыдова, Тагасов, 2002; Руднева, 2001).

Озеро Котокель является одним из крупных в Забайкалье и самое большое по площади в Прибайкалье. Оно долгое время было самым высокопродуктивным водоёмом в Байкальской Сибири. Котловина озера Котокель ограничена невысокими сопками, прорезанными многочисленными оврагами, падами, распадками. Площадь водосбора составляет 183 км<sup>2</sup>. Озеро относится к водоемам с очень малым удельным водосбором. В Котокель впадают около 20 ручьев и ключей, вытекает одна речка Исток, которая через систему рек Коточик – Турка общей протяженностью около 15 км имеет связь с оз. Байкал. Многочисленные речки, впадающие в озеро, приносят много взвешенных веществ, которые постепенно оседают на дно озера, образуя толстый слой ила, который составляет десятки метров.

С начала апреля 2008 года на озере началась массовая гибель рыб. Затем из-за употребления в пищу зараженной рыбы начали болеть и жители близлежащих населенных пунктов, зафиксирован случай смертельного исхода. Существует множество мнений по поводу источника заражения, мы же рассмотрим одну из возможных причин — влияние присутствия токсических веществ, а именно тяжелых металлов. Озеро Котокель в данное время считается местом экологической катастрофы.

Наиболее распространенным и чувствительным методом определения тяжелых металлов в различных матрицах является атомно-абсорбционная спектроскопия. Проанализированы образцы мышечной ткани, почек и печени 11 лещей (*Abramis brama* Linnaeus), отобранных в декабре 2008 г. Перед анализом образцы хранились при  $t = -18^{\circ}\text{C}$ .

Рассмотрены 7 тяжелых металлов: Ni, Pb, Cd, Zn, Mn, Co и Cr, являющихся наиболее опасными и хорошо изученными поллютантами поверхностных вод.

Проанализированные органы и ткани накапливают металлы в различной степени. Распределение металлов в организме характеризуется неравномерностью (рис. 1). Это зависит от функциональных особенностей органов, их кумулятивной активности и химических свойств металлов. Применение метода главных компонент (Зиновьев, 2000; Померанцев – электронный ресурс) показало различие в накоплении металлов органами рыб. В первую очередь это зависит от физиологических особенностей исследуемых органов.

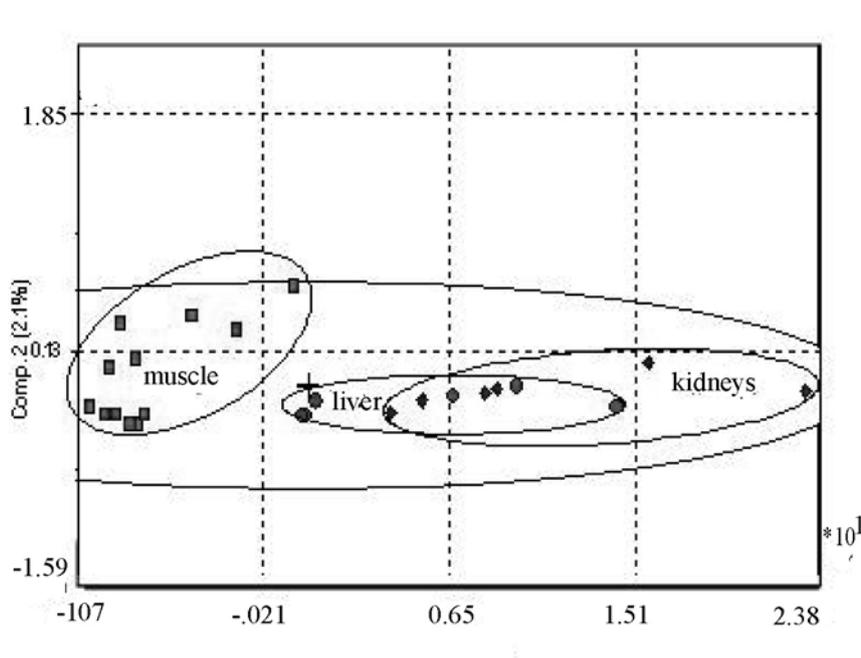


Рис. 1. Метод главных компонент. Распределение образцов по органам и тканям

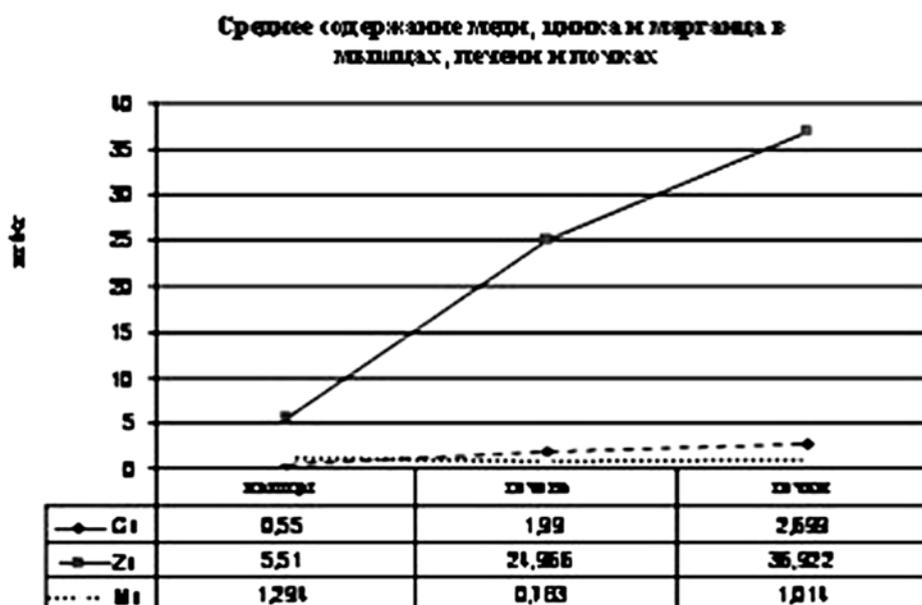


Рис. 2. Среднее содержание меди, цинка и марганца в мышцах, печени и почках лещей

Содержание меди, цинка и марганца в печени и почках практически во всех исследуемых рыбах, было выше, чем содержание данных металлов в мышцах (рис. 2). Это объясняется тем, что почки и печень рыб являются функциональным депо ряда металлов, и, прежде всего, меди (Патин, Морозов, 1981). Однако, превышение допустимого содержания металлов в печени, почках и мышцах рыб не обнаружено.

#### ЛИТЕРАТУРА

Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как сверхтоксиканты 21 века. М.: Изд-во РУДН, 2002.

Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. Красноярск: Изд-во КГТУ, 2000.

Патин С.А., Морозов Н.П. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах. М., 1981.

Померанцев А.Л. Анализ многомерных данных [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm>

Руднева Н.А. Тяжелые металлы и микроэлементы в гидробионтах Байкальского региона. Улан-Удэ, 2001.

### THE ALGAE FLORA OF THE SELENGA RIVER BASIN (MONGOLIAN PART)

#### АЛЬГОФЛОРА МОНГОЛЬСКОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ

*N.I. Dorofeyuk<sup>1</sup>, M.S. Kulikovskiy<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia, monexp@mail.ru*

<sup>2</sup>*Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia, max-kulikovsky@yandex.ru*

New list of algae and their belonging to the taxonomical categories are made on the basis of new data from our and literature recourses. The list of algae includes 1455 species and infraspecific taxa (1268 species) from 269 genera, 16 classes and 5 divisions. The most representative on the basis of the species number is Ochrophyta division including 7 classes (72.4%). Diatoms prevail on the basis of taxonomical diverse (67.4%) with 104 genera and 981 species and infraspecific taxa. From diatoms 267 taxa are new for the Selenga catchment area. *Vacuolaria virescens* Cienk. is new species for studied area and single species known from Rhaphidophyceae in Mongolia. New species for Mongolia were found from Dinophyceae (10) and Eyglenophyceae (12). Chlorophyta division (11.5%) includes 74 genera, 168 species and infraspecific taxa. For the studied area 60 taxa are new and 46 from them are new for Mongolia. Charophyta includes 134 species (9.2%) from 23 genera. Cyanophyta (6.7%) includes 98 species and infraspecific taxa from 40 genera. *Compsopogon aeruginosus* Kütz. is the only known species for Mongolia from Rhodophyta. 428 taxa from different divisions were found for the first time in the Selenga catchment area and many of them are new for Mongolia too.

Бассейн р. Селенги расположен в центральной части Азиатского материка, занимая пространство в пределах гористой местности, простирающейся с юго-запада на северо-восток в пределах от 46°20' и 53°00'с.ш. и 96°50' и 112°50' в.д. Общая площадь бассейна р. Селенги составляет 447060 км<sup>2</sup>, или 82% водосборного бассейна оз. Байкал. Из них 299000 км<sup>2</sup> (67%) находится в Монголии и 148060 км<sup>2</sup> (33%) — в пределах России (Экосистемы бассейна..., 2005). Река Селенга соединяет два уникальных естественных водоема Азии — озера Байкал и Хубсугул. Она является самой большой из рек, впадающих в оз. Байкал, и главной водной артерией Монголии и Российского Забайкалья.

Граница Монгольской части бассейна почти повсеместно проходит по водоразделам хребтов Хангайско-Хэнтэйского нагорья, на юго-востоке — по холмогорьям Северной Халхи, а на юго-западе — у оз. Тэлмэн водораздел выражен слабо. С севера Монгольская часть бассейна ограничена государственной границей между Монголией и Российской Федерацией.

Юго-западная часть границы бассейна р. Селенги одновременно является частью главного водораздела Евразии, разделяющего воды Северного Ледовитого океана и область внутриматерикового стока Центральной Азии. Эта часть бассейна имеет слабо выраженный

водораздел, проходящий по выположенной поверхности междуречья Идэр и Тэсийн. Здесь располагаются две крупные, ныне бессточные котловины озер Тэлмэн и Сангийн-Далай, относимые в настоящее время к Центральноазиатскому бессточному бассейну (Национальный атлас..., 1990). Озера, расположенные в этих котловинах, в послеледниковое время имели более высокий, чем сегодня, уровень и осуществляли сток в бассейн р. Селенги, соответственно в реки Идэр и Бугсэйн, о чем свидетельствуют сохранившиеся древние ложбины стока (Лимнология..., 1994).

Юго-восточная часть границы бассейна р. Селенги проходит по водоразделу вод Северного Ледовитого и Тихого океанов и внутреннего бессточного Центральноазиатского бассейна.

В гидрографическом плане эта часть территории Монголии выделяется густой речной сетью, возникшей во влажные периоды начала – середины плейстоцена и окончательно сформировавшейся в конце верхнего плейстоцена (Флоренсов, 1960). Она полностью принадлежит бассейну Северного Ледовитого океана (БСЛО), в частности к бассейну р. Лена. Следует отметить, что Дархатская котловина, расположенная на западной границе исследуемой области, также является частью БСЛО, но относится к бассейну р. Енисей.

В изучаемой области формируется большая часть стока реки, в ней сосредоточено значительное количество проточных, пресных (в том числе самое большое и глубокое оз. Хубсугул) и слабоминерализованных, относительно глубоких, больших, малых и самых малых озер. Собственно р. Селенга образуется на северо-западе Хангайской горной области при слиянии рек Идэр, Бугсэйн и Дэлгэр-Мурэн. Реки, стекающие с северных и восточных склонов хребтов Хангая, являются ее правыми притоками первого порядка (Чулут, Хануйн, Орхон). Сток из оз. Хубсугул осуществляется через р. Эгийн — наиболее крупный левый приток р. Селенги в пределах Монголии. Несмотря на достаточную увлажненность хребтов Хэнтэя (восточная часть бассейна), озера в этом регионе немногочисленны, но здесь также берут начало крупные притоки Селенги второго порядка: реки Тола, Хара, Еро, стекающие с западных и юго-западных склонов Хэнтэя.

Спектр водных экосистем бассейна Селенги на территории Монголии очень широк: от холодных пресноводных озер и мерзлотных луж высокогорий до небольших пойменных прудов, теплых, соленых, бессточных озер и луж на равнинных территориях.

Первые исследования альгофлоры Монголии были начаты более века назад в оз. Косогол (ныне — Хубсугул) и небольших реках и ручьях, впадающих в него. Это озеро — второй по величине (после оз. Байкал) пресный, ультраолиготрофный водоем Внутренней Азии, в котловине которого недавно организован Хубсугульский национальный парк. Интерес научной общественности, проявляемый к этому району Монголии, связан не только с уникальностью региона, но и с относительно слабой нарушенностью его экосистем. В исследованиях озера в настоящее время наряду с монгольскими гидробиологами принимают участие американские, японские, русские и ученые других стран.

Альгофлора бассейна р. Селенги к настоящему времени наиболее изучена, по сравнению с другими территориями страны. Список водорослей водоемов и водотоков бассейна реки, опубликованный Н.И. Дорофеев (2009), и основанный на собственных материалах и анализе литературных данных за весь период изучения альгофлоры Монголии, включает 1304 таксонов (1105 видов), относящихся к 261 роду, 16 классам и 5 отделам. Впервые на территории бассейна было выявлено 364 таксона водорослей из разных отделов, из них 296 — новые для всей Монголии. Но составление списка водорослей весьма кропотливая и неблагодарная работа, рассчитывать на его полноту не приходится, а данные быстро устаревают. Коррективы постоянно вносят новые публикации и нестабильность систематики водорослей, связанная с использованием новых методов исследований (электронной микроскопии, биохимических, цитологических, молекулярных и др.). Особенно это касается систематики диатомовых водорослей — наиболее изученной группы альгофлоры страны. Только в 2009 и 2010 гг. были опубликованы две монографии (Metzeltin et al., 2009; Kulikovskiy et al., 2010) и серия статей (Генкал и др., 2009; Edlund, Soninkhishig, 2009; Kulikovskiy et al., 2009; Morales et al., 2010; и др.),

значительно расширивших видовой состав диатомей региона. Все большее внимание привлекает использование индикаторной роли водорослей при определении качества речных вод, особенно в районах интенсивной добычи золота, промышленных предприятий (в частности, комбината в г. Эрдэнэт) и городов (Куликовский, Девяткин, 2008; Shinneman et al., 2009; Bokhchuluun et al., 2010; и др.).

Все перечисленные публикации значительно дополнили выше упомянутый список. Особенно следует упомянуть работу Д. Метцелтина и др. (Metzeltin et al., 2009), посвященную диатомеям Хэнтэя, в которой приводятся микрофотографии 89 новых для Монголии и описания 64 новых для науки таксонов диатомей, половина которых отмечена авторами в притоках р. Селенги. В различных биотопах сфагнового болота «Нур» (Kulikovskiy et al., 2010), расположенного на севере Хэнтэя и принадлежащего бассейну р. Селенги, с использованием LM и SEM микроскопии было идентифицировано 242 таксона диатомовых водорослей, принадлежащих 48 родам, описано 18 новых для науки видов диатомей и предложено 12 новых таксономических комбинаций. С учетом новых данных, полученных из публикаций, составлена новая таблица таксономической структуры альгофлоры бассейна р. Селенги (табл.). Таким образом, список водорослей бассейна р. Селенги в настоящий момент включает 1455 таксонов (1268 видов), относящихся к 269 родам, 16 классам и 5 отделам.

Наиболее крупным по числу представленных в списке водорослей является отдел Ochrophyta, включающий 7 классов, на долю которых приходится 72.4% общего состава альгофлоры бассейна. Наибольшим таксономическим разнообразием традиционно выделяются диатомовые водоросли (67.4% от общего состава), представленные 104 родами и 981 видом и внутривидовыми таксонами. Среди них наиболее богаты видами роды пеннатных диатомей: *Navicula* (96 таксонов), *Pinnularia* (80), цимбелоидные (69 таксонов: *Cymbella* — 30, *Cymbopleura* — 20, *Encyonema* — 16, *Encyonopsis* — 3), *Nitzschia* (61), *Gomphonema* (54), *Eunotia* (52), *Surirella* (30) и 3 центрических рода: *Aulacoseira* (21 таксон), *Cyclotella* (15) и *Stephanodiscus* (12 видов и разновидностей). Из диатомовых водорослей новыми для территории бассейна реки являются 267 таксонов.

Таблица. Таксономическая структура флоры водорослей бассейна р. Селенги

Отделы	Классы	Роды	Виды	Виды и внутри- видовые таксоны	% от общего состава флоры	Новые для бассейна таксоны
PROCARYOTA:						
Cyanophyta	Cyanophyceae	40	96	98	6.7	25
EUCARYOTA:					0.0	
Rhodophyta	Compsopogonophyceae	1	1	1	0.1	–
Chlorophyta	Chlorophyceae	29	81	88	6.0	31
	Ulvophyceae	5	13	14	1.0	2
	Trebouxiophyceae	5	16	16	1.1	6
	Insertae sedis	35	50	50	3.4	21
Charophyta	Zygnematophyceae	19	110	125	8.6	43
	Coleochaetophyceae	1	1	1	0.1	–
	Charophyceae	1	3	3	0.2	–
	Cryptophyceae	2	5	5	0.3	1
Ochrophyta	Chrysophyceae	6	14	18	1.2	4
	Rhaphidophyceae	1	1	1	0.1	1
	Synurophyceae	2	2	2	0.1	1
	Xanthophyceae	7	12	12	0.8	4
	Bacillariophyceae	104	827	981	67.4	267
	Dinophyceae	7	18	18	1.2	10
	Euglenophyceae	4	18	22	1.5	12
<b>Всего: 5</b>	<b>16</b>	<b>269</b>	<b>1268</b>	<b>1455</b>	<b>100</b>	<b>428</b>

Впервые на территории бассейна выявлен новый для Монголии и пока единственный представитель класса Rhaphidophyceae — *Vacuolaria virescens* Cienk. Новые для бассейна и Монголии таксоны отмечены также среди динофитовых (10 видов) и эвгленовых (12) водорослей.

Отдел зеленых водорослей — Chlorophyta (11.5%) включает 74 рода, 168 видов и внутривидовых таксонов. Немного более половины водорослей этого отдела относятся к классу собственно зеленых водорослей (Chlorophyceae) — 88 видов и разновидностей. Подавляющее большинство родов отдела представлены 1–2 видами, за исключением: *Scenedesmus* (21 таксон видового и внутривидового ранга), *Pediastrum* (10), *Monoraphidium* (7), *Tetraedron* (7), *Coelastrum* (6). Новыми для бассейна являются 60 таксонов, из них 46 — новые для Монголии. В отделе зеленых водорослей выделена группа таксонов неясного систематического положения (*Insertae sedis*) из 50 видов (35 родов).

Водоросли отдела Charophyta представлены 134 видами, разновидностями и формами (9.2% общего состава), относящимися к 23 родам. Из 4 классов отдела наиболее разнообразны зигнемовые водоросли (19 родов, 125 видов и внутривидовых таксонов), среди которых большее число видов выявлено в родах: *Cosmarium* (47 таксонов), *Closterium* (24), *Staurostrum* (11), *Euastrum* (11), *Spirogyra* (8) и *Cosmoastrum* (7).

Отдел синезеленых (Cyanophyta — 6.7%), включающий 98 таксонов водорослей из 40 родов, занимает четвертое место по числу видов. Как и у зеленых водорослей, большинство родов (29) содержат по 1–2 вида, 2 рода включают по 3 вида, остальные представлены: *Nostoc* (9 таксонов), *Merismopedia* (8), *Anabaena* и *Chroococcus* (по 7), *Phormidium* (6), *Rivularia* и *Tolypothrix* (по 5), *Aphanocapsa* и *Planktolyngbya* (по 4 таксона). Из красных водорослей (Rhodophyta) обнаружен всего один вид — *Compsopogon aeruginosus* Kütz.

Впервые в водных экосистемах бассейна Селенги выявлено 428 таксонов водорослей из разных отделов, большинство которых являются новыми и для всей Монголии.

Таким образом, флористический состав водорослей водоемов и рек Монгольской части бассейна Селенги отличается большим разнообразием, но все еще недостаточно изучен. Распределение водорослей по 11 бассейнам основных притоков Селенги на территории Монголии показало слабую обеспеченность данными бассейнов рек Дэлгэр-Мурэн, Идэр и Дзэлтэр, высокогорьям и малым озерам региона. Тем не менее, следует отметить, что во всех речных бассейнах преобладают диатомовые водоросли, относительная доля которых колеблется от 48.6 до 90.8%. Второе место в структуре выявленных альгофлор, в основном, принадлежит зигнемовым водорослям, а в двух бассейнах (р. Хануйн и Орхон) они делят второе место с водорослями из класса Chlorophyceae. Только в двух случаях (в бассейне оз. Хубсугул и собственно р. Селенги) вторую позицию занимают синезеленые водоросли при невысокой относительной доле участия.

К сожалению, в последнее десятилетие в водоемах и водотоках бассейна Селенги под воздействиями климата и деятельности человека происходят значительные изменения, вызванные ростом атмосферной температуры, химическим загрязнением, эвтрофированием, изменением характера стока рек и уровня режима озер. Все это, в конечном счете, может привести к новому изменению таксономической структуры флоры водорослей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10–04–93163 Монг\_а).*

#### ЛИТЕРАТУРА

Генкал С.И., Куликовский М.С., Дорофеев Н.И. Центрические диатомовые водоросли сфагнового болота «Нур» (Монголия) // Ботан. журн. 2009. Т. 94, № 11. С. 1700–1705.

Дорофеев Н.И. Флора водорослей Монгольской части бассейна р. Селенги // Водные экосистемы бассейна Селенги. М., 2009. С. 63–118. (Биол. ресурсы и природные условия МНР; Т. 55).

Куликовский М.С., Девяткин В.Г. Центрические диатомовые водотоков (Bacillariophyta)

средней части бассейна Селенги (Монголия) // Поволжский экологический журн. 2008. № 2. С. 101–111.

Лимнология и палеолимнология Монголии / Отв. ред.: Д.В. Севастьянов, В.Ф. Шувалов, И.Ю. Неуструева. СПб: Наука, 1994. 304 с.

Национальный атлас Монгольской Народной Республики. М.; Улан-Батор, 1990. 144 с.

Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 259 с.

Экосистемы бассейна Селенги / Отв. ред. Е.А. Востокова, П.Д. Гунин. М., 2005. 359 с.

Bukhchuluun Ts., Soninkhishig N., Edlund M.B., Ibisch R.B. Diatom diversity of Kharaa river basin, Mongolia: Abstract book of 1st Intern. Conf. “Survey of Mongolian aquatic ecosystems in a changing climate: Results, new approaches and future outlook”, 7–10 April 2010. Ulaanbaatar, Mongolia, 2010. P. 63.

Edlund M.B., Soninkhishig N. The *Navicula reinhardtii* species flock (Bacillariophyceae) in ancient Lake Hövsgöl, Mongolia: description of four taxa // Nova Hedwigia. 2009. Beih. 135. P. 239–256.

Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N.I. Morphology and taxonomy of some cymbelloid diatoms from Mongolian Sphagnum ecosystem with a description of three species new to science // Fottea. 2009. V. 9, N 2. P. 223–232.

Kulikovskiy M.S., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N.I., Genkal S.I. Diatom assemblages from Sphagnum bogs of the World. I. Nur Bog in Northern Mongolia // Bibl. Diatomol. 2010. V. 55. P. 1–329.

Metzeltin D., Lange-Bertalot H., Soninkhishig S. Diatoms in Mongolia // Iconographia Diatomologica. 2009. V. 20. 684 p. 271 pls.

Morales E.A., Edlund M.B., Spaulding S.A. Description and ultrastructure of araphid diatom species (Bacillariophyceae) morphologically similar to *Pseudostaurosira elliptica* (Schumann) Edlund et al. // Phycological Res. 2010. Vol. 58. P. 97–107.

Shinneman A.L.C., Edlund M.B., Almendinger J.E., Soninkhishig N. Diatoms as indicators of water quality in Western Mongolian lakes: a 54-site calibration set. // J. of Paleolimnology. 2009. Vol. 42. P. 373–389.

## AGE-SIZE STRUCTURE AND DIET OF HÖVSGÖL GRAYLING — *THYMALLUS ARCTICUS NIGRESCENS*

**A. Dulmaa<sup>1</sup>, B. Mendsaikhan<sup>2</sup>, C.E. Goulden<sup>3</sup>, B. Enkhbold<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Biology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>2</sup>*Institute of Geoecology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, bmendee@yahoo.com*

<sup>3</sup>*Center for Systematic Biology and Evolution, Academy of Natural Sciences, Philadelphia, USA, cgoulden@acnatsci.org*

<sup>4</sup>*Mongolian State University of Agriculture, Ulaanbaatar, Mongolia*

Lake Hövsgöl is an asymmetrical graben lake of the Baikal Rift System and is the largest lake in Mongolia in terms of the volume of fresh water (383.3 km<sup>3</sup>) and is the second largest by surface area (2760 km<sup>2</sup>). Its maximum depth is 262 m, making it the fourth deepest lake in Central Asia. A total of 9 species of freshwater fish belonging to 8 genera have been recorded in Lake Hövsgöl. The type of fish found in Lake Hövsgöl is grayling-lenok. The Hövsgöl grayling — *Thymallus arcticus nigrescens* Dorogostaisky, 1923, is endemic to Lake Hövsgöl. A Long Term Ecological Research Site was established in 2002 in a strictly protected area along the eastern shore of the lake. This area has little grazing, but just to the north is a region characterized by intensive grazing. As part of a study funded by the Global Environment Facility, a biological assessment of impact and possible impairment from grazing was done on six streams that flow into Lake Hövsgöl along its eastern shore. The length and watershed area of the studied tributaries varied among the streams; stream length

ranged from 11–23 km and watershed areas from 69 to 231 km<sup>2</sup>. The fish samples were sampled in eastern shore tributaries (50°57'31" E, 100°43'39" N – 51°18'17" E, 100°04'72" N) from June to July 2002–2006 using electro-fishing (600 V, 4.6 A) and gill nets. The fish caught were counted, measured (Lt to nearest mm) and weighed (to nearest 0.5 g). Scales were taken for the age determination. Some of the individual's stomach were fixed in 4% formalin liquid. Stomach contents were weighed to the nearest 0.1 g, prey were counted and identified to the lowest practical taxa. The contributions, by weight and number (Methodology for study food..., 1974, Hyslop, 1980), of given prey categories to each stomach content was calculated and completed for each of the fish in the sample.

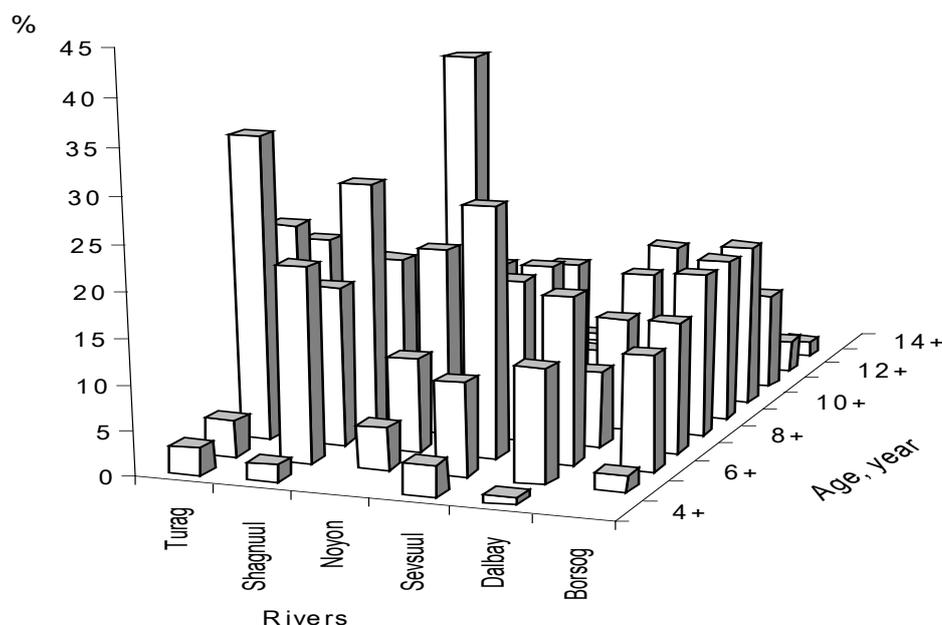


Fig. 1. Age structure of Hövsgöl grayling in eastern shore tributaries of Lake Hövsgöl (2002–2006)

Analyzing the age structure of the researched fish on the river sites, the following is observed. Most Hövsgöl grayling corresponded to immature size classes ranging from 144 to 364 mm. Most of Hövsgöl grayling taken of the eastern shore tributaries were 3–14 years old (fig. 1), with overall ages ranging between 1+ and 11+ (Dashdorj et al., 1976; Dulmaa et al., 1983; Ecology and economical potential of the fishes of the Mongolian People's Republic., 1983; Tugarina, 2002).

From the Borsog River (no grazing) ages ranged across nine age categories, from 5+ – 13+ and had an average length of 189–350 mm and weight of 81–395 g; from the Dalbay River (little grazing) age ranged from 4+ – 13+ with an average length of 198–327 mm and weight of 80–320 g; from the Sevsuul River (moderate grazing) age ranged from 4+ – 13+ with an average length of 208–332 mm and weight of 77–342 g; from the Noyon River (moderate grazing) age ranged from 5+ – 13 with an average length of 210–320 mm and weight of 82–303 g; from the Shagnuul River (heavy grazing) age range 4+ – 10+ with an average length of 208–272 mm and weight of 105–172 g; from the Turag River (heavy grazing) age range from 4+ – 14+ with an average length of 196–364 mm and weight of 67–450 g. During the survey, the fish with the greatest length and weight were observed in Turag River. Turag is heavily grazed river, however its most suitable hydrological conditions (length 23 km and 231 km<sup>2</sup>) allow for vast distributions of Hövsgöl grayling.

The stomach analyses of Hövsgöl grayling (n=979) showed that fish caught in June and in July were still feeding. 10% of Hövsgöl grayling stomachs were totally empty. The food composition of the Hövsgöl grayling consisted of 20 orders. In June, it included adults and larvae of the order Hymenoptera; immature forms of Diptera (Chironomidae, Rhagionidae, Syrphidae, Epididae, Simuliidae, Culicidae, Tipulidae) and *Rivulogammarus lacustris*; and larvae of the orders Trichoptera, Plecoptera and Lepidoptera. In July, the Hövsgöl grayling food included Trichoptera (Brachycentridae,

Rhyacopilidae), Plecoptera (Perlodidae, *Isoperla* sp.), Ephemeroptera (Baetidae, Ephemerellidae, Heptagenidae and Siphonoridae), Coleoptera (Dytiscidae, Haliplidae, Coccinellidae), Zooplankton, eggs, and *Nostoc* whilst terrestrial insects dominated in the diet. The zooplankton comprised from 4% to 8% of the diet by weight in the eastern shore tributaries. At the Shagnuul, Noyon and Sevsuul Rivers, there was a low amount of food available and the grayling ate their own eggs (12.0–26.0%). Changes in the food composition of Hövsgöl grayling in the lower and middle sites of the Sevsuul and Shagnuul we relate to a decrease in numbers of mayflies, caddisflies and stoneflies as a result of the water pollution due to overgrazing. The dynamics in diet shown by the results are good example of avoidance of strong competition and resource sharing in water ecosystems.

#### REFERENCES

- Dashdorj A., Tugarina P.Ya., Tyutrina L.I.* Fishes of Hövsgöl Lake and its potential use // Природные условия и ресурсы Прихубсугуля в МНР. М., 1976. С. 268–316. (in Russian).
- Dulmaa A., Tugarina P.Ya.* and et al. Ecology and economical potential of the fishes of the Mongolian Peoples Republic. 1985. С. 60–66. (in Russian).
- Dulmaa A., Mendsaikhan B., Batbayar B.* Some results of Hövsgöl grayling – (*Thymallus arcticus* Dor, 1923) study // Монгол орны геоэкологийн асуудал. 2004. № 04. X. 140–147. (in Mongolian).
- Hyslop E.J.* Stomach contents analysis: a review of methods and their application // J. Fish Biol. 1980. V. 17. P. 411–429.
- Methodology for study food and fish tropic relationships in natural conditions. М.: Nauka, 1974. 183 pp. (in Russian).
- Tugarina P.Ya.* Fish ecology of Hövsgöl Lake and its fish farmer potential. Irkysk. 2002. 197 pp. (in Russian).

### WATER POLLUTION INFLUENCE ON THE FISH DISTRIBUTION IN THE TUUL RIVER ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ В РЕКЕ ТУУЛА

*Ch. Javzan, M. Erdenebat*

*Institute of Geoecology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, ch.javzan@yahoo.com, erdebat@yahoo.com*

Generally, the result shows that the longitudinal water quality changes observed along the Tuul River that can be demonstrated by the changes of the concentration of mineralization and nitrogen. Moreover the main pollution source is effluent discharge from the Central Waste Water Treatment Plant (CWWTP) of Ulaanbaatar that can be shown by monthly comparative investigations in the Tuul River in the upstream of Ulaanbaatar (Terelj) and waste water from CWWTP discharges to the Tuul River (Songino) and detailed study in the discharge from the CWWTP. The Tuul river water quality was studied on 19 selected sites and these dates show that the main criteria of water quality changed and above the permissible standard as result of anthropogenic influence. There are also some proposals to keep the sustainable development of Tuul river ecosystem.

Среди крупных притоков реки Орхон, сильно подверженных геоэкологическим изменениям, числится река Туул (Тола), которая берет свое начало в Хэнтийском нагорье. Приводим некоторые ее данные: длина 704 км, ширина 35–75 м, глубина 0.8–3.5 м, скорость течения воды 0.5–1.5 м/с, среднегодовой сток 26.6 м<sup>3</sup>/с, площадь водосбора составляет около 5 тыс. км<sup>2</sup>. По химическому составу в воде реки из катионов преобладают ион кальция (Ca<sup>2+</sup>), из анионов – гидрокарбонат (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Соотношение катионов – Ca<sup>2+</sup>>Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>>Mg<sup>2+</sup>, соотношение анионов – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>Cl<sup>-</sup>. Выше г. Улаанбаатара минерализация вод р. Туулы самая низкая: 80–100 мг/л; в средней части реки 150–180 мг/л, в устьевой её части 200–250 мг/л. Отсюда видно, что минерализация воды реки Туула увеличивается вниз по её течению.

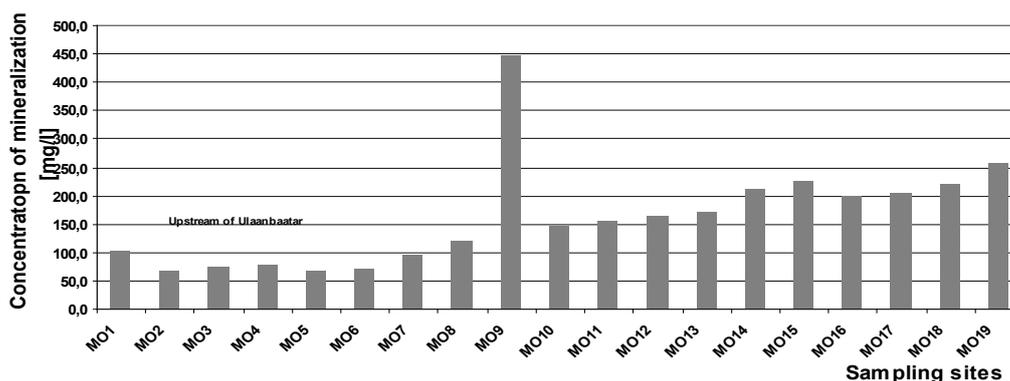


Рис. 1. Показатели минерализации вод в выбранных участках р.Туула

*Пробные площадки:* MO1 — мост Босгын, MO2 — район турбазы Харзтай, MO3 — сброс сточных вод п. Налайха, MO4 — выше моста Баянзурх, MO5 — мост Баянзурх, MO6 — около моста Зайсан, MO7 — около моста Яармаг, MO8 — около Сонгино, MO9 — Птицафабрика, MO10 — около моста Алтанбулаг, MO11 — около национального парка Хустай Нуруу, MO12 — около сомона Ундур Ширээт, MO13 — около моста Лун, MO14 — Тумстийн ам, MO15 — выше Заамара, MO16 — около моста Заамара, MO17 — ниже Заамара, MO18 — компания Хос хас, MO19 — около сомона Орхон туул.

Такой факт связан с неполным очищением сточных вод города Улаанбаатара, выходящих из очистных сооружений. Соотношение катионов в них  $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ . Степень загрязнения воды Туулы изменяется от чистой до загрязненной. Увеличение загрязненности воды реки Туул происходит из года в год, что пагубно влияет на качество воды, экологические условия и гидробиологические режимы. Основными источниками загрязнения воды р. Туулы являются город Улаанбаатар и многочисленные золотые промыслы в окрестностях сомона Заамар. До слияния воды р. Туул с водой очистительных сооружений насыщенность воды кислородом колеблется от 8.5–15.2 мг/л, после слияния ее кислороданасыщенность составляет 0.35–0.80 мг/л. Поэтому в воде очистительных сооружений (ОС) создаются благоприятные условия для организмов, живущих в среде, недостаточно насыщенной кислородом, поскольку для окисления различных химических соединений в загрязненной воде расходуется кислород, и содержание его таким образом уменьшается. В русле, где текут загрязненные воды с ОС, донные грунты окрашены в черный цвет. По количеству насыщенного кислорода (3.0–6.8 мг/л) воду реки Туул, можно отнести к «загрязненной» в соответствии с категориями чистоты поверхностных вод Монголии. Если содержание азота в речной воде будет выше 0.1 мг/л  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ , то это может оказать губительное влияние на жизнедеятельность молоди лососевых рыб.

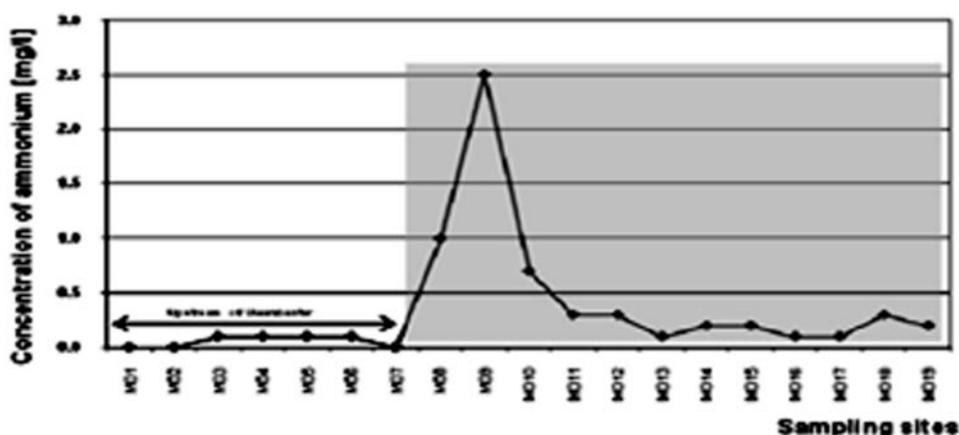


Рис. 2. Ход изменения содержания ионов аммония на загрязненных участках реки Туул  
Названия пробных площадок см. на рис. 1

Результаты гидрохимического и гидробиологического анализов показывают, что на пробных площадках изменяется экология водной среды.

Несколько дальше от Улаанбаатара, в районе сомона Заамар река Туула продолжает загрязняться отходами от золотопромысловых открытых разработок. По мере увеличения взвешенных веществ в воде уменьшается прозрачность, ухудшается кислородный обмен и естественная самоочищаемость воды. Сточные воды из золотодобывающих предприятий приводят к образованию на дне реки наносов мощностью до 20 см, что отрицательно влияет на жизненные условия водных организмов.

Результаты проведенных исследований показали, что из-за действия золотодобывающих предприятий мутность и содержание взвешенных веществ в воде Туулы в районе сомона Заамар превышает в 2–3 раза предельные нормативные показатели «очень сильной загрязненности» по шкале чистоты поверхностных вод Монголии.

Все эти изменения оказывают сильное негативное воздействие на окружающую среду вплоть до полного нарушения водного, почвенного, растительного режима отдельных территорий.

Изменение качества воды реки Туулы сказывается и в том, что видовой состав рыб на разных участках реки изменяется в зависимости от качества воды. Выше Улаанбаатара, около слияния рек Тэрэлж и Туула, доминирует олигосапробный вид *Phoxinus phoxinus*, а от Налайха до Сонгино втекаются 5 видов рыб (*Barbatula toni*, *Cobitus melanoleuca*, *Brachymystax lenok*, *Lota lota*, *Phoxinus phoxinus*, *Leuciscus baicalensis*), из них альфа сапробные виды (97,2 %) являются доминантными. От Заамара до слияния Туулы с Орхоном втекаются мезосапробные виды.

#### REFERENCES

- Altansukh O.* (2005). The Tuul river water quality changes surrounding of the Ulaanbaatar. Hurel Togoot Annual book-Conference on Young Geoscientists, Ulaanbaatar
- Janchivdorj L. et al.* (2004). Mongolian water resource, its ecology conservation: The Tuul River in the Zaamar gold mining area. Base research report. Ulaanbaatar.
- Javzan Ch., Monkhul G., Battulga P., Tomorsukh D., Enkhtuya M., Tsengelmaa B., Erdenebat M.* (2003). Ecological survey on the water quality and the water environment the Tuul River in the Khustai National Park. Research report, Institute of Geoecology, Ulaanbaatar.
- Javzan Ch., Monkhul G., Battulga P., Tomorsukh D., Enkhtuya M., Tsengelmaa B., Saulegul A.* (2004). Ecological survey on the water quality and the water environment the Tuul River in the Khustai National Park. Research report, Institute of Geoecology, Ulaanbaatar.
- Ministry of Nature and Environment and Public Health (1997). Surface water standard. 143/a/352 in 1997. Ulaanbaatar.
- Wetzel R. G., Likens G. E.* (2000). Limnological analyses. New York. Pp. 100.

#### **POPULATION–MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF SIBERIAN DACE (*LEUCISCUS LEUCISCUS BAICALENSIS* L.) AND AMUR IDE (*LEUCISCUS WALECKII* DYBOWSKI) FROM MONGOLIAN WATERBODIES**

#### **ПОПУЛЯЦИОННО–МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИБИРСКОГО ЕЛЬЦА (*LEUCISCUS LEUCISCUS BAICALENSIS* L.) И АМУРСКОГО ЧЕБАКА (*LEUCISCUS WALECKII* DYBOWSKI) ИЗ ВОДОЕМОВ МОНГОЛИИ**

*A.N. Kasyanov, Yu.V. Slynko*

*Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia, kasyanov@ibiw.yaroslavl.ru*

Comparative morphological analysis of 11 populations of Siberian subspecies of dace (319 spec.) and 13 populations of Amur ide (608 spec.) was performed for the first time. Multidimensional cluster analysis was performed using a total of 11 morphological features: number of branched rays in the dorsal (D), anal (A) fins,

number of scales in the lateral line (Il), total number of vertebrae (Vt), number of vertebrae in the abdominal (Va), transitional (Vi) and caudal (Vc) sections and Vi+Vc as well as number of openings of seismosensory canals in dentale, frontale and preopercilium (Yakovlev et al., 1981).

Cluster analysis results allow finding that populations of Siberian dace from different Mongolian waterbodies do not form a uniform population-morphological unity. We found that populations from Orkhon, Egiyn and Bulgan rivers unite with Ob'-Irtysch basin populations while being different from populations of Lake Baikal basin and Lena river. Observed level of morphological differentiation of river Bulgan dace as well as its similarity with dace populations from Irtysch, Orkhon and Egiyn rivers does not give enough reasons for considering it a valid species — *Leuciscus dzungaricus* as proposed by some authors (Koch, Paepke, 1998; Kottelat, 2006). Unlike Siberian dace, all studied populations of Amur ide including those from Mongolian waterbodies demonstrate a high level of morphological uniformity and closeness to river Amur populations.

Водоемы Монголии населяют три вида настоящих ельцов (род *Leuciscus*) — сибирский подвид обыкновенного ельца (*Leuciscus leuciscus baicalensis* L.), амурский чебак (*Leuciscus waleckii* Dybowski) и язь (*Leuciscus idus* L.) (Рыбы МНР..., 1983). Елец и амурский чебак относятся к наиболее широко распространенным и наиболее массовым видам рода *Leuciscus* в водоемах Монголии. Ареалы обоих видов охватывают значительные территории Северной Евразии: сибирский елец — по всему бассейну Северного Ледовитого океана, амурский чебак — по бассейну Тихого океана, прежде всего бассейну р. Амур. На территории Монголии оба вида также обитают в водоемах соответствующих бассейнов. Учитывая, что ледовитоморские и амурские водоемы Монголии представляют собой самые верхние участки бассейнов, было предпринято исследование степени морфологической аутентичности монгольских популяций обоих видов и характера их связанности с популяциями основных частей ареалов.

Материал по сибирскому ельцу и амурскому чебаку был собран в период полевых работ гидробиологического отряда Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в 2007 и 2009 гг. Выборки ельца собраны в следующих водоемах Монголии — реки Орхон (устье и среднее течение), Эгийн и Булган, амурского язя — реки Онон, Керулен, Халхин, Ульдза и оз. Буйр. Сравнительным материалом для изучения морфологической изменчивости ельца послужили 2 выборки из Казахстана (реки Иртыш и Шетиргиз) и 5 выборок на территории Российской Федерации (бассейны рек Лена и Колыма и оз. Байкал — реки Сарма и Иркут), собранные в период 1991–2007 гг. Сравнительный материал по амурскому чебаку представлен 6 выборками из р. Амур на территории России. Всего в анализе использовано 11 выборок сибирского ельца (319 экз.) и 13 выборок амурского чебака (608 экз.). Использовали следующие морфологические счетные признаки: число ветвистых лучей в спинном (D), анальном (A) плавниках, число чешуй в боковой линии (Il), общее число позвонков (Vt). В качестве отдельных признаков использовали число позвонков в туловищном (Va), переходном (Vi) и хвостовом (Vc) отделах, и Vi+Vc, а также число отверстий каналов сейсмодатчика системы на dentale, frontale и preoperculum (Яковлев и др., 1981). Первые 5 признаков применяются в таксономической диагностике карповых рыб рода *Leuciscus* (Атлас пресноводных рыб России, 2002).

Из результатов кластерного анализа 11 популяций ельца видно (рис. 1), что на дендрограмме отчетливо дифференцируются 2 кластера. Один составляют выборки из популяций рек Орхон, Эгийн (бассейн р. Селенга на территории Монголии), и выборки из популяций ельца рек Иртыш, Булган (бассейн р. Иртыш) и р. Колыма. Вторым кластером составили выборки из р. Лена и рек бассейна оз. Байкал. Наиболее обособлена выборка из популяции сибирского ельца р. Шет-Иргиз (Казахстан). Общий размах дифференциации сибирского ельца из водоемов Восточной Сибири и Монголии достигает 4.5 единиц дистанции евклидовых расстояний, а выборка из р. Шет-Иргиз обособляется на уровне 7.6 единиц.

Столь же значительной, как у сибирского ельца, морфологической дифференциации популяций амурского чебака не выявлено. Максимальная дивергенция не превышает 3 единиц дистанции евклидовых расстояний, на этой дистанции обособлена выборка из популяции р. Онон. Остальные выборки формируют единый кластер, состоящий из иерархически расположенных 4

подкластеров. Первый подкластер составили выборки почти из всех исследованных популяций среднего и нижнего течения р. Амур, 2-й — выборки из нижнего участка р. Керулен и оз. Буйр, 3-й — из рек Ульдза, Халхин, Булган и одной из выборок среднего течения р. Амур, 4-й — из предгорного участка и среднего течения р. Керулен.

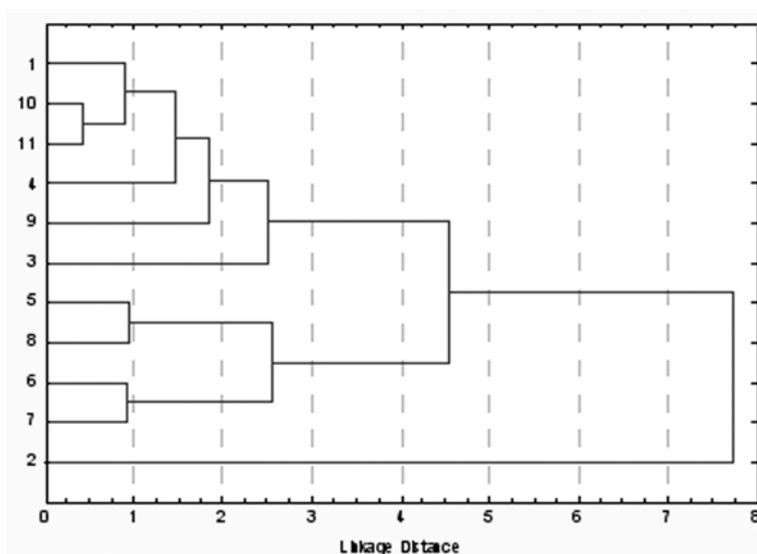


Рис. 1. Дендрограмма различия между 12 популяциями ельца из водоемов Монголии, России и Казахстана, построенная на основании выборочных значений 11 морфологических признаков:

1 — р. Орхон, средний участок; 2 — р. Шет-Иргиз (Казахстан); 3 — р. Булган; 4 — р. Иртыш; 5 — р. Иркут (бас. оз. Байкал); 6 — р. Сарма (бас. оз. Байкал); 7 — р. Орлинга (бас. верхней Лены); 8 — р. Лена, среднее течение; 9 — р. Колыма; 10 — р. Орхон, устье; 11 — р. Эгийн.

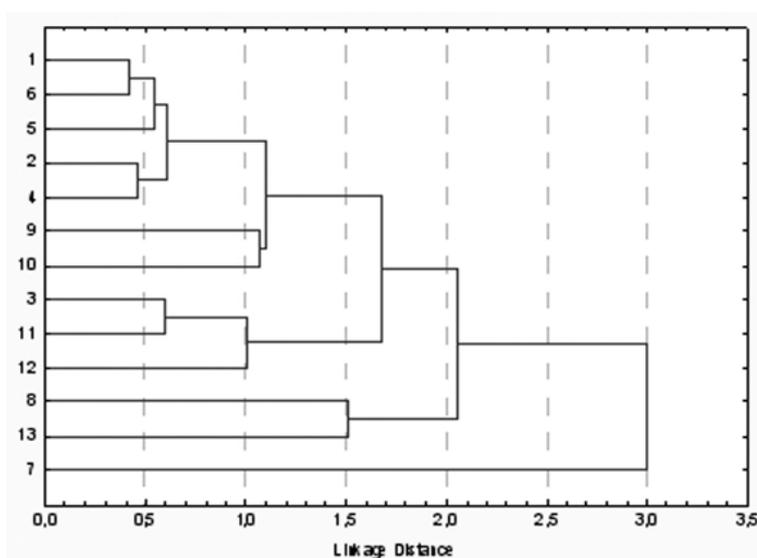


Рис. 2. Дендрограмма различия между 13 популяциями амурского чебака из водоемов Монголии, России и Казахстана, построенная на основании выборочных значений 10 морфологических признаков:

1–6 — Россия (выборки из р. Амур от Хабаровска до Николаевска-на-Амуре); 7–13 — Монголия (7 — р. Онон; 8 — р. Керулен, среднее течение; 9 — оз. Буйр; 10 — р. Керулен, нижний участок около г. Чойбалсан; 11 — р. Халхин (устье); 12 — р. Ульдза; 13 — р. Керулен, предгорный участок)

Таким образом, популяции сибирского ельца из разных водоемов Монголии не формируют единообразной популяционно-морфологической общности. Объединение популяций рек Орхон, Эгийн и Булган с популяциями Обь-Иртышского бассейна при существенной дистанцированности от популяций бассейна оз. Байкал и р. Лена может рассматриваться как косвенное свидетельство популяционной независимости данных монгольских популяций. Выявленный уровень морфологической дифференциации ельца р. Булган, его несомненное сходство с популяциями ельца из р. Иртыш, а также рек Орхон и Эгийн, не дает достаточных оснований для определения

его в качестве вида — *Leuciscus dzungaricus* (Koch, Раерке, 1998; Kottelat, 2006). Тем более, что елец из казахстанского озера Шет-Иргиз, который дистанцирован в наибольшей и весьма значительной степени от всех популяций сибирского ельца, однако всегда рассматривался как валидный *Leuciscus leuciscus baicalensis* L.

В отличие от сибирского ельца, все исследованные популяции амурского чебака, в том числе из водоемов Монголии, демонстрируют высокую степень морфологической однородности и несомненную близость к популяциям из р. Амур. Значимая морфологическая дифференциация популяции р. Онон на территории Монголии, вероятней всего, может объясняться существованием особых условий обитания и экологической специфичности амурского чебака в р. Онон.

#### ЛИТЕРАТУРА

Атлас пресноводных рыб России. М.: Наука, 2002. Т. 1. 378 с. 2003. Т. 2. с 379 с.

Рыбы Монгольской Народной Республики. Условия обитания, систематика, морфология, зоогеография / Г. Баасанжав, Ю.Ю. Дгебуадзе, А.Н. Демин, А. Дулмаа и др. Отв. ред. В.Е. Соколов. М.: Наука, 1983. 277 с.

Яковлев В.Н., Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб // Научн. докл. высш. школы. Биол. науки. 1981. № 2. С. 98–101.

Koch F., Paerke H.-J. Zur Kenntnis der Gattung *Leuciscus* Cuvier in der Mongolei mit Beschreibung einer neuen Art (Pisces, Cyprinidae) // Mitt. Mus. Nat. kd. Berl., Zool. Reihe. 1998. Bd. 74, H. 2. S. 157–171.

Kottelat M. Fishes of Mongolia. A check-list of fishes known to occur in Mongolia with comments on systematics and nomenclature. Washington: The World Bank, 2006.

### LONG-TERM CHANGES IN BIOTA OF THE SCHUCHIE LAKE (SELENGA RIVER BASIN) IN CONNECTION WITH THE WATER LEVEL FLUCTUATIONS AND INVASION OF EXOTIC SPECIES

### ИЗМЕНЕНИЯ В БИОТЕ ОЗЕРА ЩУЧЬЕ (БАССЕЙН РЕКИ СЕЛЕНГА) В СВЯЗИ С МНОГОЛЕТНИМИ КОЛЕБАНИЯМИ УРОВНЯ ВОДЫ И ИНВАЗИЕЙ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ

*N.M. Pronin<sup>1</sup>, B.B. Bazarova<sup>2</sup>, D.V. Matafonov<sup>1</sup>, Zh.N. Dugarov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia, proninnm@yandex.ru

<sup>2</sup> Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

Hydrobiology of the Schuchie Lake (Selenga River basin) during the shallow phase (2008 year) was studied. The long-term changes in biota in connection with the water level fluctuations and invasion of exotic species were revealed. The next main results of our study are: increasing in species diversity of water flora and decreasing in species composition of fish and their parasites for last years; changes in zoobenthos structure and its abundance is unclear. We registered initial stage of expansion of exotic species of macrophyte *Elodea canadensis* and Baikalian subendemic species of amphipods *Gmelinoides fasciatus*. These data allow us to monitor the changes in biota of the lake under the influence of their naturalization.

Озеро Щучье — небольшой пресноводный водоем на окраине Еравно-Харгинской группы озер (Республика Бурятия). В отличие от других озер группы, оно имеет сток не в бассейн рек Витим—Лена, а в р. Уда (бассейн р. Селенги—оз. Байкал). Морфометрия озера изменяется в зависимости от уровня воды: площадь акватории от 3 км<sup>2</sup> (1946 г.) до 2.1 км<sup>2</sup> (1981 г.), максимальные глубины от 10.7 м (1946 г.) до 7.5 м (1981 г.). Гидробиология оз. Щучье хорошо изучена в 1981–1982 гг., так как озеро являлось модельным водоемом при постановке комплексных исследований биологической продуктивности Еравно-Харгинских озер под руководством Г.Г. Винберга и А.Ф. Алимова (Исследование взаимосвязи..., 1986). Кроме того, некоторые гидрохимические и гидробиологические характеристики озер имеются за 1927–1928,

1931, 1946, 1960 гг. (Базарова, Пронин, 2009; Обожин, Шишкин, 1963; Соллертинский, 1929). С 1938 по 1982 гг. в гидрологическом режиме озера зарегистрировано 4 цикла чередования маловодных и многоводных периодов с продолжительностью 7–14 лет с амплитудой колебаний уровня в течение цикла от 12 до 160 см (Карасев и др., 1983).

В маловодный период (июль 2007 г. и август 2008 г.) проведено гидробиологическое исследование озера Щучье: гидрботаническая съемка; отбор проб зообентоса дночерпателем Петерсена (0.025 м<sup>2</sup>) и прибором КУГ (0.1 м<sup>2</sup>) в точках, ориентировочно совпадающих со станциями комплексной экспедиции в 1981–1982 гг.; контрольный отлов рыб и их паразитологическое вскрытие (август 2008 г.). Установлены изменения в биоразнообразии, структуре сообществ и численности организмов.

**Водная растительность.** Флористический состав озера, по данным с 1950 по 2007 гг., представлен 20 видами из 15 семейств. Максимальное видовое разнообразие (26 видов) зарегистрировано в 2007 г., по сравнению с 12 видами (1950 г.), 11 (1960 г.) и 7 (1981–1982 гг.) (Базарова, Пронин, 2009). Наиболее существенные изменения растительного покрова озера происходили с 1960 по 1982 гг. в связи со снижением максимальных глубин на 1.5 м. Снижение уровня воды привело к сокращению зарослей сообществ растений с плавающими на поверхности воды листьями *Nymphoides peltata* и *Persicaria amphibia*. Важным событием является первая регистрация в озере чужеродного вида *Elodea canadensis*. Поскольку в 2007 г. *E. canadensis* занимала только небольшой участок в литорали западного побережья, то предположительно вселение чужеродного вида произошло в 2006 г. В 2008 г. элодея освоила глубины от 0.7 до 3 м по северо-западному побережью, образуя сообщества со 100% покрытием и фитомассой 372.4 г/м<sup>2</sup> абсолютно сухого вещества (Базарова, Пронин, 2009). Дальнейшая экспансия вида будет зависеть от многих факторов, в том числе от конкурентных взаимоотношений вселенца с местными видами на фоне эвтрофикации водоема вследствие многолетних колебаний уровня воды.

**Зообентос.** При значительных изменениях численности (N) и биомассы (B) зообентоса в течение вегетационного сезона эти показатели в 2008 г. корректно сравнивать с данными 1981–1982 гг. только за первую декаду августа (табл.).

Таблица. Количественные показатели развития организмов зообентоса в оз. Щучье в разные годы

Группы организмов	31.07.–11.08.1981 [2]		2.08.–11.08.1982 [2]		4.08.2008 <sup>1</sup>	
	N	B	N	B	N	B
Amphipoda	626	6.07	356	3.01	387	3.31
Chironomidae	20056	1.33	21764	0.76	1150	0.38
Oligochaeta	0	0	170	2.17	0	0.00
Ephemeroptera	115	0.97	113	0.53	10	0.02
Trichoptera	756	0.397	915	0.42	23	0.04
Gastropoda	115	6.79	139	2.65	1267	6.95
Bivalvia	650	5.57	913	1.97	40	0.08
Coleoptera	77	0.65	133	0.62	137	0.77
Hydracarina	169	0.45	79	0.33	50	0.07
Odonata	0	0	0	0	37	0.83
Hirudinea: <i>Erpobdella</i>	65	15.56	44	30.95	40	1.73
Hirudinea: <i>Helobdella</i> и другие	256	2.06	442	3.15	227	0.80
Cerathopogonidae	0	0	215	0.928	0	0
Всего	22885	39.85	25283	47.49	3368	14.98

N – численность, экз./м<sup>2</sup>;

B – биомасса, г/м<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>) 2 точки (52.44759° с.ш., 111.36096° в.д. и 52.44759° с.ш., 111.36096° в.д.), глубина 2.0 м

В начале августа в бентосе озера доминируют три группы: пиявки, амфиподы и гастроподы. Олигохеты отсутствовали в 1981 г. и 2008 г., стрекозы — в 1981 и 1982 гг. Амфиподы ранее были

представлены только *Gammarus lacustris*, а в 2008 г. зарегистрированы единичные экземпляры *Gmelinoides fasciatus*. Вероятно, это начальный этап инвазии байкальского субэндемика в озеро, или развитие его популяции лимитируется условиями среды.

В прибрежной зоне в 1981 г. средняя биомасса зообентоса составляла 22 г/м<sup>2</sup>, а в 1982 г. — 14.8 г/м<sup>2</sup>. В заливе восточной части количественные показатели бентоса были в 2 раза ниже по сравнению с 1981 г. в связи с падением уровня воды в озере и меньшей зарастаемостью макрофитами (Исследование взаимосвязи..., 1986). Изменения численности и биомассы хирономид, гастропод и пиявок в 2008 г. могли быть вызваны: различиями обследованных биотопов, вселением элодеи, высотой уровня воды, объемами полученного материала. В 2008 г. количественные показатели хирономид, гастропод (*Cincinna sibirica*, *Lymnea* sp., *Physa fontinalis*), стрекоз, поденок (*Cloen* sp.) и ручейников в зарослях элодеи оказались выше, чем в биотопах с харой, но плотности поселения амфипод, пиявок и двустворок — ниже. В целом, разнообразие, состав доминирующих групп организмов бентоса и его количественные характеристики свидетельствуют о благоприятных условиях в озере в разные годы.

*Ихтиофауна и паразиты рыб.* В 1980–1982 гг. ихтиофауна оз. Щучье была представлена 4 видами: пелядь, плотва, окунь, щука. Биомасса промысловых рыб распределялась в следующем порядке: пелядь 55–68 кг/га, окунь 51–55 кг/га, плотва 19–35 кг/га, щука — встречалась очень редко (Исследование взаимосвязи..., 1986). Озеро являлось маточным для пеляди. Заготовленная икра оплодотворялась на месте, инкубировалась на Большереченском омулевом рыбозаводе, личинками зарыблялись другие озера Еравно-Харгинской системы. В контрольных уловах 2007–2008 гг. регистрировались только окунь и плотва. Искусственное воспроизводство пеляди прекращено в 1989–1990 гг., а натурализации ее не произошло. Щука, вероятно, регулярно выпадает из состава ихтиофауны в маловодные годы и при потере периодической связи с р. Удой может остаться только в топониме «Щучье».

В 1981–1982 гг. паразитофауна окуня оз. Щучье была представлена 18 видами, а плотва — 12 (Хохлова, 1985). В августе 2008 г. у плотвы отмечено — 9 видов (Пронин и др., 2009), у окуня — 6 видов. Значительное обеднение паразитофауны произошло за счет исчезновения или сокращения численности эктопаразитических простейших. В то же время относительная численность некоторых видов со сложным циклом сохраняется высокой (*Proteocephalus percae* — цикл через планктонных копепод) или даже увеличивается (метацеркарии трематод *Tylodelphus clavata* — цикл через гастропод). Минимальная зараженность окуня плероцеркоидами *Triaenophorus nodulosus* свидетельствует о недавнем (не более 3-х лет назад) исчезновении щуки — дефинитивного хозяина этой цестоиды.

*Заключение.* Установлено, что в оз. Щучье — Еравнинском на маловодной фазе периодических изменений обводненности (2008 г.) наблюдаются изменения в биоте. Видовое разнообразие водной растительности увеличивается; видовой состав рыб и их паразитов — уменьшается; структура зообентоса по доминирующим группам изменяется незначительно, а численность и биомасса его сохраняется на высоком уровне. Зарегистрирован начальный этап экспансии чужеродного вида растений — *Elodea canadensis* и проникновение байкальского субэндемичного вида гаммарид — *Gmelinoides fasciatus*. Эти данные позволят в дальнейшем проследить изменения биоты водоема под влиянием инвазии этих видов.

*Благодарности.* Работа выполнена по проекту Р 23.10. Программы РАН «Биологическое разнообразие» и при поддержке гранта РФФИ № 08–04–98034 р\_Сибирь\_а. Благодарим М.Д. Батуеву, Т.Г. Бурдуковскую, О.Б. Жепхолову, Л.Д. Сондуеву за участие в паразитологическом анализе рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

Базарова Б.Б., Пронин Н.М. Многолетние изменения водной растительности озера Щучье (Еравно-Харгинская озерная группа, Забайкалье) // Вестн. Красноярского гос. аграрного ун-та.

2009. № 4. С. 121–125.

Исследование взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности на примере озер Забайкалья / Отв. ред. А.Ф. Алимов. Л.: Наука, 1986. 232 с.

Карасев Г.Л., Демин А.И., Егоров А.Г. Рыбы Еравно-Харгинских озер. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1983. 236 с.

Обожин В.Н., Шишкин Б.А. Некоторые материалы комплексного изучения озер Еравнинского района Бурятской АССР // Учен. зап. ЧГПИ. Сер. геогр. и биол. Чита, 1963. Вып. 8. С. 57–95.

Пронин Н.М., Батуева М.Д., Сондуева Л.Д., Дугаров Ж.Н., Бурдуковская Т.Г., Бодиев Э.Р. Паразитофауна и структура сообществ паразитов плотвы Еравно-Харгинских озер (Забайкалье) // Вестн. Бурятской гос. сельскохоз. Академии. 2009. № 1 (4). С. 14–19.

Соллертинский Е.С. Группа крупных озер Еравнинской системы. Географический очерк Бурят-Монголии // Тр. науч. об-ва им. Банзарова. 1929. С. 31–42.

Хохлова А.Н. Паразитофауна рыб оз. Щучье Еравно-Харгинской озерной системы // Гидробиология и гидропаразиты Прибайкалья и Забайкалья / Отв. ред. А.Ф. Алимов, Н.М. Пронин. Новосибирск: Наука, 1985. С. 50–57.

**ANALYSIS OF THE ALTAI OSMANS SPATIAL DISTRIBUTION IN LAKES OF THE WESTERN AND SOUTHERN MONGOLIA ACCORDING TO HYDROACOUSTIC DATE**  
**АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО ОСМАНА В ОЗЕРАХ ЗАПАДНОЙ И ЮЖНОЙ МОНГОЛИИ ПО ДАННЫМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

**L.I. Tereshchenko<sup>1</sup>, V.G. Tereshchenko<sup>1</sup>, B. Mendsaikhan<sup>2</sup>, Yu. V. Slynko<sup>1</sup>, D.P. Karabanov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia, tervlad@ibiw.yaroslavl.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Geoecology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, Mongolia*

Summer distribution of the Altai osmans in three lakes of Mongolia was studied. Indications of sonar GPSMAP 178 were fixed by a numeral camera. Analysis of fish horizontal distribution had shown that the maximal concentrations and maximal variability of fish density were registered on fields with depths of 6–15 m. Analysis of vertical distribution of rarefied in pelagic fish clumps has revealed two fish concentration regions between which fishes scores were sparse. The received results of researches can be used for a rough assessment of absolute abundance of the Altai osmans populations in lakes. This information will form a basis for fisheries researches and recommendations on the investigated water bodies.

Рациональная эксплуатация рыбных запасов невозможна без данных о пространственном распределении рыб, которые необходимы как для оценки численности популяций, так и для выявления мест концентрации рыб (Экологические факторы..., 1993). В ряде озер Западной и Южной Монголии, различающихся по климатическим и гидро-морфологическим свойствам (табл. 1), из рыб обитает только один вид — алтайский осман *Oreoleuciscus potanini* (Kessler, 1879). Информация об особенностях пространственного распределения рыб в моновидовых озерах важна как для оценки запаса рыб в них, так и для более глубокого понимания закономерностей формирования внутривидовой пространственной структуры рыб.

Цель данной работы — выявить закономерности пространственного распределения алтайского османа в нагульный период в моновидовых озерах.

Для анализа пространственного распределения рыб в июле 2008 г. в вечернее время проводили съемку эхолотом GPSMAP 178 с лодки при скорости движения 0.8–10 км/час. Показания эхолота фиксировали цифровой камерой. Длина каждого участка соответствует двум минутам движения лодки. Всего плотность рыб оценена на 210 участках (табл. 2).

Таблица 1. Характеристика исследованных озер (Цэрэнсодном, 2000)

Озеро	Площадь, км <sup>2</sup>	Длина, км	Ширина, км		Глубина, м		Объем, км <sup>3</sup>	Прозрачность, м	Минерализация, г/л
			сред.	макс.	сред.	макс.			
Озера Хангайского Озерного плоскогорья									
Баян	64.0	13.0	5.0	8.0	22.0	50.0	1.39	0.46	4.8
Озера Гобийской Долины									
Бон-Цаган	252	24.0	11.0	19.0	9.5	16.0	2.39	1.0	4.0
Алтайские горные озера									
Толбо	84	21	4.0	7.0	7.0	12.7	0.57	3.0	0.66

Таблица 2. Плотность рыб в разреженных скоплениях

Озеро	Всего эхограмм, шт.	В том числе с плотными скоплениями		Средняя поверхностная плотность рыб в разреженных скоплениях, шт./м <sup>2</sup>
		шт.	%	
Баян	115	40	35	0.17
Бон-Цаган	40	10	25	0.45
Толбо	55	11	20	0.22

Гидроакустический метод оценки плотности рыб имеет свои ограничения — наличие “мертвой зоны” эхолота у поверхности, недоучет рыб, находящихся на грунте, фиксирование прибором шумов. В зоне эффективной работы эхолота наибольшие погрешности (до 100 %) возникают при оценке плотности рыб в скоплении, а наименьшие — при оценке глубины расположения рыб (Поддубный и др., 1982; Экологические..., 1993). В случае разреженного скопления визуально послойно подсчитывали число эхомишеней (всех и отдельно крупных). Толщина слоя ( $\Delta h$ ) равна 2 м. Затем рассчитывали поверхностную плотность рыб по численности ( $P_{S(i)}$ ) в каждом слое и находили суммарную поверхностную плотность:

$$P_{S(i)} = N_i / [2 \times h_i \times l \times \text{tg}(\alpha / 2)] \quad , \text{ где}$$

$N_i$  — число эхомишеней (шт.) в слое  $i$ ;  $S_i$  — площадь сканируемого слоя  $i$ ;

$h_i$  — глубина слоя  $i$ ;  $l$  — длина анализируемого участка (м), равная  $l = v \times t$ ;

$\alpha$  — угол сканирования эхолота, равный  $20^\circ$  для GPSMAP 178;

$v$  — скорость движения лодки (м/мин.);  $t$  — время, равное 2 мин.

При плотных скоплениях фиксировали глубину их местонахождения, но не оценивали плотность рыб. Судя по контрольному сетному лову, длина тела рыб в оз. Баян варьировала в пределах 104–580 мм, в оз. Бон-Цаган — 113–470 мм, в оз. Толбо — 118–776 мм, а масса рыб составляла соответственно 12.5–2350 г, 35–3900 г и 9–733 г.

Обычно гидроакустическую съемку проводят по системе параллельных или зигзагообразных галсов (Юданов и др., 1984). В нашем случае трассы проложены в виде петли, что позволило существенно ускорить съемку, но получить менее точную информацию для оценки запаса: I галс — движение от берега к центру озера; II — проход по глубоководной части озера; III — поворот к берегу; IV — движение вдоль берега. Размер полигона составляет около одной восьмой части озера.

Средняя плотность рыб в разреженных скоплениях в исследованных озерах находилась в пределах 0.17–0.45 шт./м<sup>2</sup> (табл. 2). В более мелководных озерах (Бон-Цаган и Толбо) основная часть рыб регистрировалась над глубинами 4 м, а наибольшие плотности зафиксированы над глубинами 10–11 м (рис. 1). В более глубоководном оз. Баян наибольшие плотности алтайского османа отмечены на участках с глубинами 6–15 м. Для этих же районов характерна и максимальная вариабельность плотности рыб.

Плотные скопления рыб в мелководных озерах располагались в придонном слое или в слое воды от дна до 2 (чаще до 4) м и встречались периодически на участках с глубинами более 3.5 м (оз. Бон-Цаган), или с глубинами более 7 м (оз. Толбо).

В глубоководном оз. Баян при движении от центра водоема в сторону берега наряду с разреженным распределением рыб в пелагиали на участках с глубинами 30 м были зафиксированы мелкие плотные стайки. Их количество и размеры на участках с глубинами 10–20 м увеличились, а на участках с глубинами менее 15 м они появились и у дна. Самые плотные скопления рыб отмечены вблизи устьевой зоны реки, впадающей в озеро. На мелководных участках ( $H < 6$  м) стаи наблюдались только у дна.

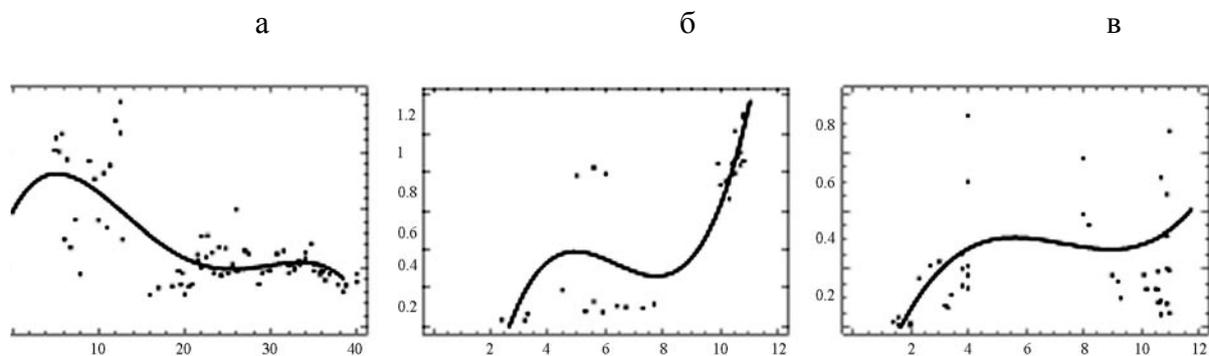


Рис. 1. Зависимость суммарной поверхностной плотности разреженных скоплений рыб от глубины участка в озерах Баян (а), Бон-Цаган (б) и Толбо (в)

Исследования показали, что алтайский осман в нагульный период предпочитает зоны озера с глубинами от 4 до 15 м. Разреженные скопления характерны для всех слоев пелагиали. Но иногда по вертикали можно было выделить 2 зоны преимущественного местонахождения особей, между которыми рыбы встречались реже. При этом, в вечернее время происходит массовый подъем особей из придонного слоя с образованием плотных скоплений. Это означает, что значительная часть особей в дневное время нагуливается у дна.

С учетом сведений по батиметрии озер полученные данные позволяют ориентировочно оценить и сравнить численности популяций алтайского османа в озерах. Хотя погрешность полученных результатов велика, а сама оценка будет относиться к классу ориентировочных (Поддубный, 1982), но эта информация может служить ориентиром при планировании дальнейших рыбохозяйственных исследований и разработке рекомендаций по рациональному использованию природных ресурсов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ–Монг–а № 09–04–90213.*

#### ЛИТЕРАТУРА

Поддубный А.Г., Малинин Л.К., Терещенко В.Г. О точности оценки численности рыб во внутренних водоемах // Оценка погрешностей гидробиологических и ихтиологических исследований. Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1982. С. 83–102.

Поддубный А.Г. Значение работ по оценке точности результатов биологических исследований // Оценка погрешностей методов гидробиологических и ихтиологических исследований. Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1982. С. 3–8.

Цэрэнсодном Ж. Каталог озер Монголии. Улан-Батор, 2000. 141 с.

Экологические факторы пространственного распределения и перемещения гидробионтов. СПб: Гидрометеоздат, 1993. 336 с.

Юданов К.И., Калихман И.Л., Теслер В.Д. Руководство по проведению гидроакустических съемок. М.: ВНИРО, 1984. 124 с.