

Опыт использования глазомерной и эхолотной съемки при изучении погруженной водной растительности озера Кенон (Восточное Забайкалье)

Use of visual and echo sounding surveys: case study of submerged aquatic vegetation of lake Kenon (Eastern Transbaikalia)

Базарова Б. Б., Куклин А. П.

Bazarova B. B., Kuklin A. P.

*Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия. E-mail: balgit@mail.ru
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia*

Реферат. В работе представлены результаты изучения водной растительности оз. Кенон на основе комплексного использования традиционных методов глазомерной съемки с эхолотной. Использование эхолотной съемки позволяет более качественно изучать особенности распространения погруженных водных растений, ускорить процесс отбора проб в полевых условиях, а также облегчает камеральную обработку полученных данных. По результатам измерений построена батиметрическая карта, определены границы и площади доминирующих фитоценозов. Выявлено, что общая площадь зарослей составляет 489 га и соответствует 33 % от общей площади озера. Максимальная глубина роста растений составила 5,1 м. Полученные данные превышают процент зарастания в 1993 г., но ниже значений за 1970-е и 1980-е годы. В настоящее время, как и в предыдущие годы, по площади зарастания лидируют харовые водоросли. Выявлено снижение площади распространения *Nitella flexilis* и *Potamogeton crispus*.

Ключевые слова. Водные растения, макрофиты, площадь зарослей, эхолот.

Summary. The paper presents the results of studying of the aquatic vegetation of Lake Kenon based on the integrated use of traditional methods of visual survey with an echo sounding. The use of echo sounding surveys makes it possible to study better the features of the distribution of submerged aquatic plants. It allows you to speed up the process of sampling in the field, and also facilitates office processing of the received data. Based on the measurement results, a bathymetric map was built, and the boundaries and areas of dominant phytocenoses were determined. It was revealed that at present the total area of thickets is 489 hectares, which is 33 % of the lake area. The maximum depth of plant growth was 5.1 m. The data obtained is higher than the percentage of overgrowth in 1993, but lower than the values for the 70s and 80s. At present, as in previous years, Chara algae are leading in terms of overgrowing area. The decrease in the distribution area of *Nitella flexilis* and *Potamogeton crispus* was revealed.

Key words. Aquatic plants, echosounder, macrophytes, thicket area.

Данные о степени зарастания, пространственном распределении и количественных характеристиках водной растительности необходимы для мониторинга, управления и понимания функционирования мелководных экосистем. Однако определение данных показателей затруднено как в малых, так и в больших водных объектах, из-за пространственной неоднородности растительных сообществ (Vis et al., 2003). В настоящее время при изучении растительного покрова водных экосистем стали использовать дистанционные методы зондирования, аэрофотоснимки, спутниковые изображения и методы эхолокации. Эти методы обеспечивают обзор всей системы, но ограничены качеством изображения, глубиной воды, стадией роста растений, мутностью и ветром (Orth, Moore, 1983; Duarte, 1987). В то же время данные методы требуют натурных исследований для обеспечения точной интерпретации изображений или данных трассировки. Традиционные методы изучения основаны на полевых глазомерных наблюдениях и измерениях в пределах квадратов или на трансектах. Эти методы трудоемки, что подтверждается ограниченным количеством публикаций, рассматривающих пространственную структуру растительного покрова водоемов на основе традиционных методов.

В данной работе представлены результаты изучения водной растительности оз. Кенон на основе традиционных полевых методов исследования с использованием эхолотной съемки.

Озеро Кенон, как и преобладающая часть его водосборного бассейна, находится в пределах территории г. Чита. Оно расположено в центральной части Читино-Ингодинской межгорной лесостепной

котловины в междуречье р. Ингода и её левого притока р. Чита. Это самый крупный пресноводный естественный водоем в забайкальской части Амурского бассейна.

Комплексные гидрботанические исследования оз. Кенон были проведены в 1971 и 1986 гг., в последующие года растительность озера не изучалась. Нами гидрботанические работы в озере проведены в летний период 2010–2011 гг. согласно общепринятым методикам (Катанская, 1981). Изучение растительности озера проводилось путем маршрутного обследования с использованием эхолота фирмы Lowrance модель HDS 5 Gen 2 с точностью определения глубины ± 1 см и определения координат ± 2 м. Для расчета абсолютной отметки дна учитывалась измеренная эхолотом глубина места и глубина погружения излучателя эхолота. В общей сложности получено 13095 значения глубины оз. Кенон. Нулевая отметка глубины построена по космическим снимкам Google Earth Pro из открытых источников с верификацией на местности. Для верификации данных параллельно с эхолотной съемкой проведены измерения глубины водоема лотом в 75 точках. На основе полученных измерений рассчитаны основные морфометрические характеристики водоема и построена цифровая модель рельефа дна озера. Батиметрическая карта построена с использованием программ ArcGIS 4.10.1, DrDept 4.0, ReefMasrer2.0. Визуализация треков, получаемых при батиметрическом картировании, позволяет различать заросшие и незаросшие участки дна. Достаточно четко различаются яруса, границы переходов погруженных растительных сообществ (рис. 1).

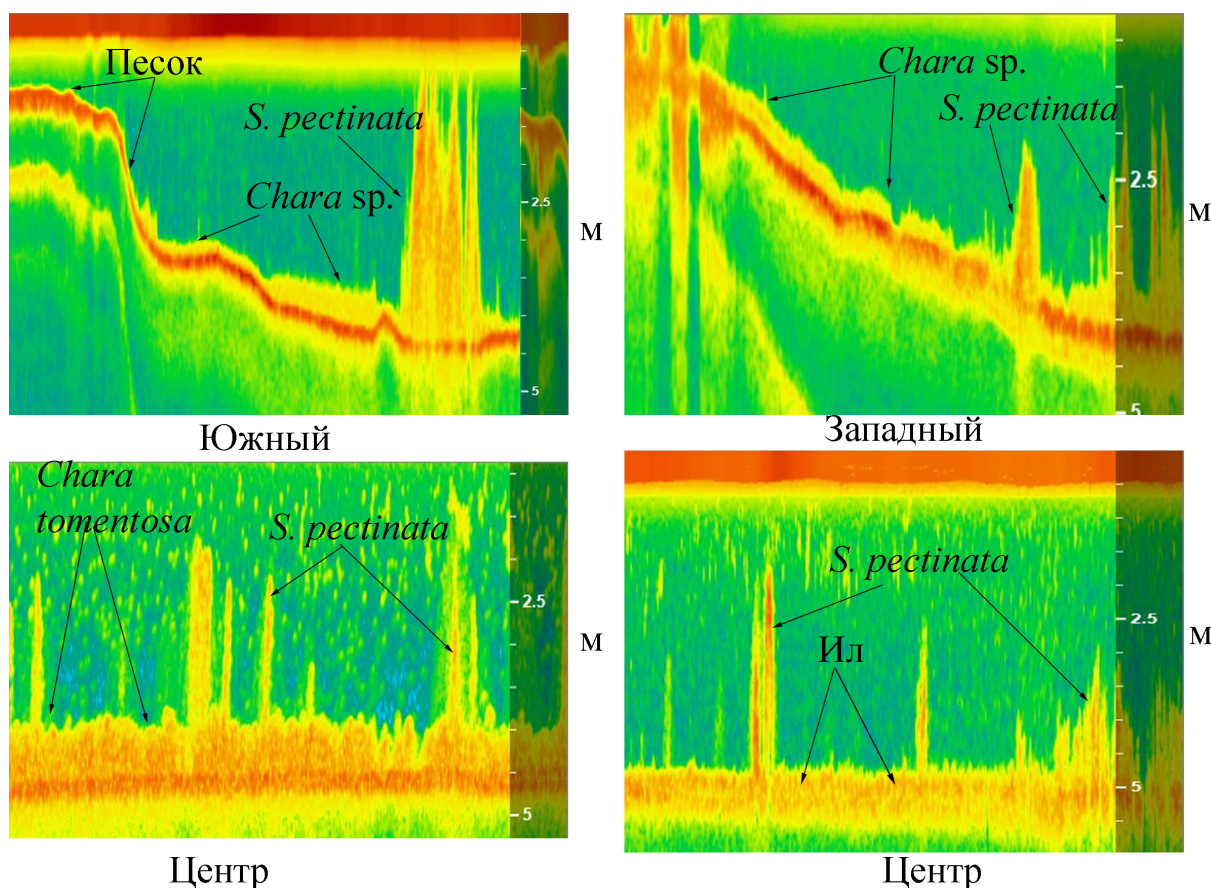


Рис. 1. Распределение растительности на треках при эхолотной съемке в разных секторах оз. Кенон в летний период 2010 г.

Так, на рис. 1 представлены треки с разных секторов озера, на которых показаны участки дна без растений, монодоминантные сообщества (Charophyta), переходы между сообществами, а также двухкомпонентные фитоценозы. Для верификации изображения на треках проводились гидрботанические работы, которые заключались в определении видового состава, по возможности отборе укусов растений, измеряли глубину и прозрачность воды по диску Секки, фиксировали характер грунта и географические координаты. Всего обследовано 109 станций. Для подъема растений из водоема использовали якорь-кошку с металлической сеткой, для отбора фитомассы – прибор КУГ (Базарова, 2003).

Совмещение гидрботанических исследований с эхолотной съемкой позволяет более четко выявить границы перехода фитоценозов, зафиксировать координаты, которые затем переносятся в GIS программы, где определяются площади сообществ. Кроме этого, появляется возможность более качественного отбора укосов водных растений, сокращается время работы на водоеме, также остаются фото и видеоматериалы, эхолотные треки для мониторинговых наблюдений.

По результатам данных натурных измерений построена современная батиметрическая карта оз. Кенон (рис. 2а). Выявлена конфигурация дна (рис. 2б), которая показывает малую площадь мелководных участков дна с глубинами до 1,0 м. Также выявлено, что максимальная глубина озера расположена в центральном секторе озера, хотя ранее считалось, что наибольшие глубины находятся ближе к северо-восточному сектору озера. Выявлено, что сократилась площадь озера до 1491 га. Ранее в 1970–80-х гг. площадь озера составляли 1620 га (Итигилова и др., 1998). Сокращение общей площади озера обусловлено как снижением количества атмосферных осадков на территории Забайкалья (Обязов, 2014), так и уменьшением объемов закачиваемых из р. Ингода вод.

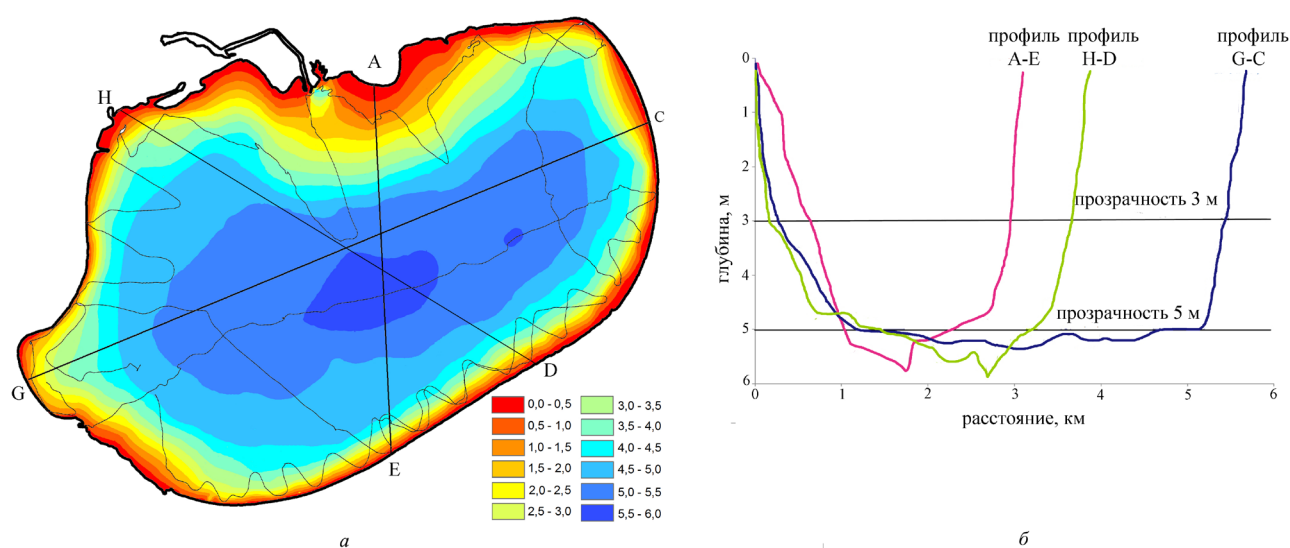


Рис. 2. Батиметрическая карта (а) и профили дна (б) оз. Кенон: линиями показаны треки эхолотной съемки.

В результате гидрботанических исследований, выявлено, что на период исследования, заросли макрофитов в оз. Кенон занимали 489 га (табл.), что составляет 32 % от общей площади озера. Это больше данных за 1993 г., когда зарастание озера составляло 25 %, но ниже, чем в 60-е годы, когда озеро зарастало полностью. В 70-е гг. зарастание озера составляло 68 %, в 80-е гг. 44 % от площади озера (Владимирова, 1979, 1968; Золотарева, 1998).

Таблица

Динамика глубин и площади произрастания доминирующих видов оз. Кенон

Виды	Годы						
	1971 (Владимирова, 1968)		1986 (Золотарева, 1998)		2010 (наши данные)		
	S, га	%	S, га	%	H, м	S, га	%
<i>Chara tomentosa</i> L.	156,6	14,19	20	2,8	1,2–5,1	100	20,83
<i>Chara fischeri</i> Mig.	160,7	14,57	170	23,81	3,0–4,0	150	31,24
<i>Chara fragilis</i> Desv.	0,02	0,001	260	36,41	3,5–4,0	100	20,83
<i>Nitella flexilis</i> (L.) Ag.	363,3	32,94	70	9,80	3,5–4,2	50	10,41
Общая харофиты		61,7		72,82			83,31
<i>Elodea canadensis</i> Michx					0,5–1,6	35	7,29

Продолжение табл.

Виды	Годы						
	1971 (Владими́рова, 1968)		1986 (Золотарева, 1998)		2010 (наши данные)		
	S, га	%	S, га	%	H, м	S, га	%
<i>Myriophyllum sibiricum</i> Kom	60,7	5,50	80	11,20	0,5–1,6	27	5,62
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	0,003		80	11,20	0,8	0,001	
<i>Potamogeton crispus</i> L.	351,5	31,87			1,0–1,5	0,5	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	0,1				0,5	2	
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner					1,0–1,5	0,5	
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Gray	0,005				0	0	
<i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) Kuntze	0,07		10	1,4	0	0	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.			24	3,36	0,1	15	2,01
<i>Scirpus tabernaemontani</i> (C. C. Gmel.) Palla	10,24	0,93	2	0,28	0	0,1	
Площадь зарослей, га	1103,24		714		480,1		
% зарастания	68,10		44,07		32,19		

Примеч.: H – глубины; S – площадь; % – доля от общей площади зарослей.

По нашим данным, как и в предыдущие годы, по занимаемой площади лидируют харовые водоросли, их доля постепенно возрастает от 61,7 до 81,76 % от общей площади зарослей. В межгодовой динамике отмечаются разные соотношения видов харовых. Уменьшается доля (от 32,92 до 10,41 %) фитоценозов *Nitella flexilis*, которые ранее занимали существенные площади по центральному сектору озера. А сейчас сохранилась только в северо-западном секторе на глубинах 4,0 м. Существенно снизились площади распространения *Potamogeton crispus*. В 1971 г. вид занимал обширные площади, на него приходилось до 32 % от общей площади зарастания. Однако вселение осенью 1971 г. растительноядных представителей ихтиофауны практически уничтожило заросли вида. Искусственный подъем уровня воды (на 1,3 м) способствовал исчезновению и без того слаборазвитых сообществ погруженных укореняющихся растений с плавающими на поверхности воды листьями. Воздушно-водные растения формируют заросли в увлажненной прибрежной полосе, практически не заходят в озеро и мало участвуют в функционировании экосистемы. Поэтому при подсчете площади зарослей гелофитов, учитываются только те сообщества, которые непосредственно заходят в озеро. В период наших исследований гелофиты формировали значимые скопления по юго-западному и северо-западному сектору, но при этом не заходили в озеро. Слабое развитие обширных мелководных зон также не способствует развитию воздушно-водных растений.

Результаты наших исследований показывают, что использование традиционной глазомерной съемки совместно с эхолотной съемкой позволяет более качественно изучить особенности распространения погруженных водных растений, ускорить процесс отбора проб в полевых условиях, а также облегчает камеральную обработку полученных данных. Установлено, что с 1971 по 1993 гг. зарастание озера уменьшалось, а в 2010 г. зарегистрирована тенденция роста площади дна, занятого погруженной водной растительностью. По площади зарослей, как и в предыдущие годы, лидируют харовые водоросли. В то же время выявлено снижение площади распространения *Nitella flexilis* и *Potamogeton crispus*. Отсутствие широких мелководных участков литорали обуславливают то, что в озере мало развит пояс сообществ погруженных растений с плавающими на поверхности воды листьями, а заросли воздушно-водных растений редко проникают вглубь озера.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания тема № FUFР-2021-0006.

ЛИТЕРАТУРА

- Базарова Б. Б.** Структура и продуктивность растительности водных экосистем Восточного Забайкалья (на примере озер бассейна реки Хилок): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Улан-Удэ, 2003. – 18 с.
- Владимирова З. Ф.** Водная растительность и ее регулирование в водоеме – охладителе Читинской ГРЭС (оз. Кенон) // Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – Чита: изд-во Заб. фил. геог. об-ва СССР, 1979. – С. 113–114.
- Владимирова З. Ф.** Флора озера Кенон // Уч. зап. Читинский пед. ин-та, 1968. – № 19. – С. 118–122.
- Золотарева Л. Н.** Водная растительность озера Кенон и ее динамика (Восточное Забайкалье): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Улан-Удэ, 1998. – 19 с.
- Итигилова М. Ц., Чечель А. П., Замана Л. В. и др.** Экология городского водоема. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. – 260 с.
- Катанская В. М.** Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. – Л.: Наука, 1981. – 187 с.
- Обязов В. А.** Изменения современного климата и оценка их последствий для природных и природно-антропогенных систем Забайкалья: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Казань, 2014. – 38 с.
- Duarte C. M.** Use of echosounder tracings to estimate aboveground biomass of submerged plants in lakes // Can. J. Fish. Aquat. Sci., 1987. – Vol. 44. – P. 732–735.
- Orth R. J., Moore K. A.** Submersed vascular plants: techniques for analyzing their distribution and abundance // Mar. Tech. Soc. J., 1983. – Vol. 17. – P. 38–52.
- Vis C., Hudonb C., Carignan R.** An evaluation of approaches used to determine the distribution and biomass of emergent and submerged aquatic macrophytes over large spatial scales // Aquatic Botany, 2003. – Vol. 77. – P. 187–201.