

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА
И БЕНТОФАУНЫ ОЗЕР НЕРПИЧЬЕ И КУЛТУЧНОЕ
(УСТЬЕВАЯ ОБЛАСТЬ РЕКИ КАМЧАТКИ) В ПРОЦЕССЕ ИХ
ОСОЛОНЕНИЯ**

С.Л. Горин, В.В. Чебанова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 17. E-mail: gorinser@mail.ru

Озера Нерпичье и Култучное (второй водоем часто считают частью первого) образуют крупнейшую в пределах всей Камчатки озерную систему, которая особенно интересна тем, что гидрологические условия в ней периодически меняются от пресноводных к солоноватоводным и обратно. Естественно, что вслед за гидрологическим режимом меняется и озерная биота. В настоящей работе, основанной как на собственных, так и литературных данных, показана сущность изменений, которые произошли в экосистеме озер Нерпичье и Култучное в связи с ее переходом от пресноводной стадии развития (закончилась в начале XX века) к солоноватоводной (продолжающейся с 20-х гг. XX века по настоящее время).

**SALINIZATION-RELATED TRANSFORMATION
OF HYDROLOGICAL REGIME AND BENTHOS
IN THE NERPICHYE AND KULTUCHNOE LAKES
AT THE KAMCHATKA RIVER ESTUARY**

S.L. Gorin, V.V. Chebanova

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
17 V. Krasnoselskaya Str., Moscow, 107140. E-mail: gorinser@mail.ru*

The Nerpichye lake and the Kultuchnoe lake (which is often considered to be a part of the first one) form the largest lake system in Kamchatka. This system is of special interest as its hydrological conditions alter from the fresh water to the brackish water and vice versa. Changes of the hydrological regime evidently involve biota transformation. This article is based on the data collected from the authors' field studies and bibliographic sources. The research results reveal changes in the Nerpichye and Kultuchnoe lakes' ecosystem during the transition from the freshwater period, which was terminated in the beginning of XX century, to the one of the brackish water started from the 1920s through now.

Общие сведения об озерах. Система озер Нерпичье и Култучное находится на северо-востоке п-ва Камчатка, в устьевой области одноименной реки (рис. 1).

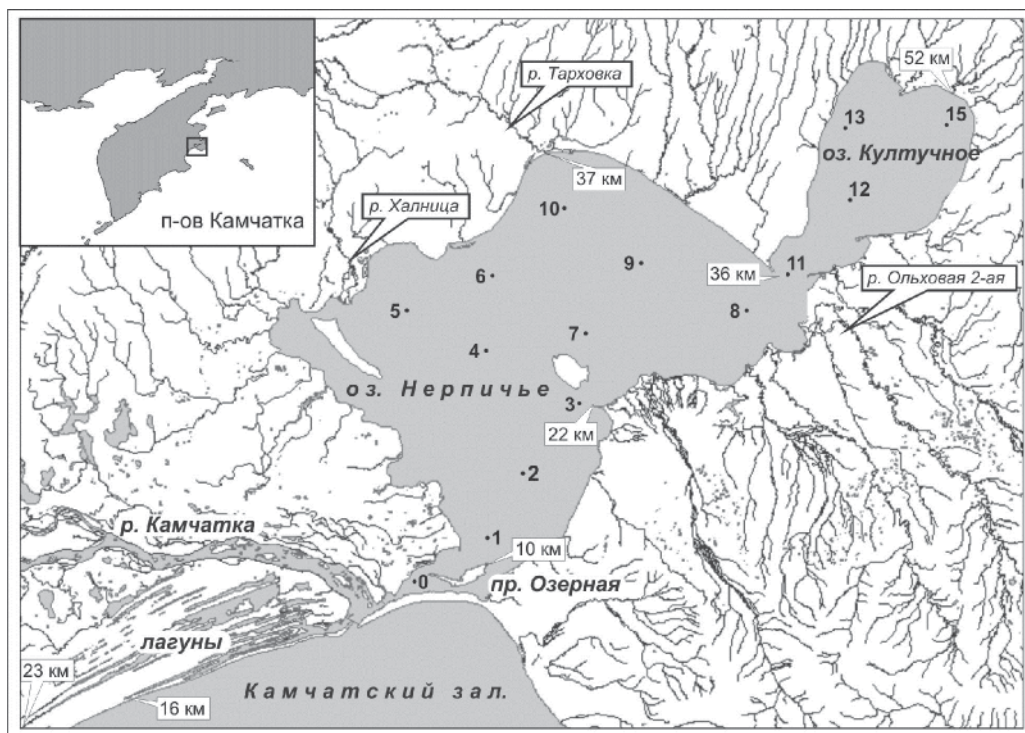


Рис. 1. Озера Нерпичье и Култучное в устьевой области реки Камчатки: 0, 1, 2... — станции отбора проб бентоса (соответствуют схеме И.И. Куренкова (1967)); 10 км, 16 км... — расстояние от оконечности косы. В Озерной протоке находится остров Чаячий, в западной и центральной частях озера Нерпичье располагаются острова Кирун и Сивучий, соответственно

Между собой озера связаны широким (ок. 1 км) и мелководным (глубина ок. 1 м) проливом. С Тихим океаном и рекой Камчаткой озера сообщаются через Озерную протоку, длина которой в настоящее время составляет 10 км (если за длину протоки принимать расстояние от вершины о-в Чаячий до выхода в море, рис. 1). Помимо реки Камчатки, приносящей в озера более 90% речной воды, в них впадают 25 малых рек и ручьев, имеющих длину более 10 км (Изученность..., 1966). Крупнейшие из этих притоков: реки Халница (длина 54 км), Тарховка (51 км) и Ольховая 2-ая (45 км).

Морфометрические характеристики озер, рассчитанные по результатам наших полевых работ, выглядят следующим образом: средняя и максимальная глубина оз. Нерпичье — 3,4 и 12 м соответственно; оз. Култучное — 7,7 и 12 м, соответственно; объем оз. Нерпичье — 1 477 млн м³, оз. Култучное — 767 млн м³; площадь водной поверхности оз. Нерпичье — 428 км², оз. Култучное — 99 км². Следует отметить, что приведенные величины морфометрических характеристик близки к своим среднегодовым значениям и соответствуют среднему уровню воды в озерах в период осенней межени. В весенне-летний период (во время половодья и дождевых паводков) величины всех характеристик увеличиваются, в период зимней межени, наоборот, уменьшаются.

Грунты в оз. Нерпичье илисто-песчаные с заметным увеличением содержания ила при удалении от Озерной протоки. В оз. Култучное грунты сложены серы-

ми и черными илами, в проливе между озерами Нерпичье и Култучное преобладают песчаные фракции.

Изученность озер. Наибольший вклад в изучение вопросов гидрологии и биологии озер Нерпичье и Култучное в начале и середине XX века внесли работы экспедиции Ф.П. Рябушинского (Лебедев, 1915, 1919; Шмидт, 1916) и сотрудников КоТИНРО (теперь КамчатНИРО) под руководством И.И. Куренкова (1960, 1967, 2005). Некоторые сведения о притоках озер и видовом составе лососевых рыб в их бассейнах были получены группой под руководством И.И. Кузнецова (1928). Наиболее детальные исследования озерной экосистемы были выполнены в 2009–2010 гг. коллективом сотрудников ВНИРО, КамчатНИРО и МГУ имени М.В. Ломоносова под общим руководством лаборатории воспроизводства лососевых рыб ВНИРО (Леман, Горин, 2010).

Экспедиция Ф.П. Рябушинского исследовала устье реки Камчатки в 1908–1909 гг., когда озера Нерпичье и Култучное еще были пресными. В опубликованных трудах В.Н. Лебедева (1915, 1919) приведены очень ценные сведения о морфометрии, донных грунтах и гидрологическом режиме озерной системы. Что касается гидробиологических работ экспедиции, то их результаты были опубликованы в сильно урезанном виде. В работе руководителя Зоологического отдела экспедиции П.Ю. Шмидта (1916) содержатся лишь путевые заметки, в которых встречаются отдельные сведения о найденных в озерах беспозвоночных и рыбах. В двух статьях А.Н. Державина (1923, 1927) и одной А.В. Мартынова (1925) представлены сведения о некоторых беспозвоночных, а в работе А.А. Еленкина (1914) проанализированы сборы водорослей в озерной системе. Никаких систематизированных данных об ихтиофауне и планктоне озер или обобщающих работ по бентосу опубликовано не было.

Работы под руководством И.И. Куренкова проводились в 1951–1962 гг. Результаты исследования бентоса и планктона были опубликованы самим И.И. Куренковым (1967); подробные материалы по гидрологии озер остались в рукописном отчете этого исследователя (1960), а частично были опубликованы в его посмертной монографии (2005).

Исследования 2009–2010 гг. от предыдущих работ отличались своей комплексностью (были собраны материалы по гидрологическому режиму, бентосу, планктону и ихтиофауне озер), большой продолжительностью во времени, детальностью в пространственном отношении, а также учетом результатов работ предшественников. Всего было проведено три экспедиции: в сентябре–октябре 2009 г., марте–апреле и июне–августе 2010 г. (Леман, Горин, 2010).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гидрологический режим озер. Еще И.И. Куренков установил (1970), что соленость воды в озерах подвержена многолетней изменчивости, которая связана с удлинением и последующим прорывом кос, блокирующих устье реки Камчатки со стороны моря. Подробно вопрос о морфодинамике косы рассматривался нами ранее (Горин, 2009), здесь мы отметим только то, что на протяжении последних тысячелетий пресноводная и солонатоводная стадии развития озерной системы более 20 раз закономерно сменяли друг друга. При этом озера были пресными,

когда длина косы была на 6–7 км больше, чем в настоящее время, и осолоненными в периоды «короткой» косы.

Пресноводная стадия (до 1916 г.). Согласно данным В.Н. Лебедева (1915, 1919), в 1909 густьевая коса имела длину на 8 км большую, чем сейчас. В этот период колебания уровня воды в озерах были связаны с сезонными изменениями речного стока, приливы в них не проникали. По совокупности таких гидрологических характеристик, как температура, минерализация, соотношение основных ионов, мутность и цветность воды, в пределах озер четко выделялась собственная («озерная») водная масса, которая формировалась из речной воды, трансформировавшейся в водоемах под влиянием атмосферы и дна. Озерная водная масса в течение всего года была пресной. При этом В.Н. Лебедев отмечал, что по соотношению главных ионов озерная водная масса больше походила на морскую воду, чем на речную, что, по его мнению, было связано с вымыванием солей из донных отложений. Не оспаривая это мнение, добавим, что важным (а может быть и основным) источником поступления морских солей в озеро мог быть ветровой перенос капель воды со стороны Камчатского залива.

Как в настоящее время, так и сто лет назад, подавляющая часть внешнего водообмена озерной системы осуществлялась через Озерную протоку. По наблюдениям В.Н. Лебедева это происходило следующим образом. На подъеме и пике весенне-летнего половодья (с конца мая до начала июля) озера наполнялись водой реки Камчатки – уровень воды в озерах повышался почти на 2 м. На спаде половодья (в июле) подпор со стороны реки ослабевал, и водоемы срабатывались в Камчатский залив. Летом и осенью (в июле–октябре), когда величина речных расходов была близка к своему среднегодовому значению, устанавливалась приливная циркуляция вод: в приливную фазу водоемы пополнялись речной водой, а в отливную фазу они срабатывались. О зимнем режиме эстуария ничего неизвестно, но можно предположить, что в условиях низкого речного стока приливный характер циркуляции сохранялся, при этом водообновление в озерах сильно замедлялось.

Судя по тому, что соленость озерной воды даже перед началом половодья, т.е. в период самого малого в году речного стока, не превышала 0,2 ‰, морская вода до озера не доходила ни при каких обстоятельствах.

По сведениям В.Н. Лебедева, первые ледовые явления на озерах отмечались в конце сентября, устойчивый ледяной покров устанавливался в середине ноября. Вскрывались озера в первой половине июня, полностью очищались ото льда к середине месяца.

В заключение приведем цитату из работы В.Н. Лебедева (1919, с. 473), в которой дана емкая характеристика свойств озерной воды в начале XX века: *«Вода озера Нерпичье представляет собой обогащенную кислородом и лишь незначительно измененную в других отношениях воду реки Камчатки».*

Переход от пресноводной к солоноватоводной стадии в 1916–1923 гг. Вопрос о том, когда озера Нерпичье и Култучное осолонились, до сих пор остается открытым. И.И. Куренков считал, что это случилось дважды, причем по двум различным причинам (1970, с. 97): сначала в 1923 г., когда *«...мощная морская волна (цунами) перехлестнула через низменное пространство «кошки» и слилась по р. Озерной в Нерпичье озеро»*, а затем в 1943 г., когда *«...был сделан очередной прокол косы у ее основания...»*. При этом он полагал, что ко времени второго события

озера вновь опреснились (там же), то есть в 1923 г. случилось только кратковременное осолонение озерной системы, и лишь в 1943 г. началась ее солоноватоводная стадия развития.

В работе В.И. Борисова (2001), к сожалению, без ссылок на документальные источники, приводятся сведения о том, что «в 1916 г. жители вручную прорыли напротив селения новое устье», а в апреле 1923 г. (с отсылкой на слова И. Гапановича) «...громкая морская волна хлынула на берег около Усть-Камчатска..., разрушила селение и изменила устье реки». В работе И.И. Кузнецова (1928) указывается, что спустя 2–3 года после цунами озерная вода была солоноватой. Из этих фактов мы можем сделать очень важный вывод – в 1916 или 1923 г. (или даже в обоих случаях) коса была разрушена у своего основания и морская вода стала регулярно попадать в озерную систему. В самом деле, если бы озера осолонились лишь из-за перехлеста цунами через косу, как это полагал И.И. Куренков, тогда за два последующих половодья – до начала экспедиции И.И. Кузнецова – вода в них снова стала бы пресной. Кроме этого, следует поставить под сомнение предположение И.И. Куренкова об опреснении озер к моменту «прокопа» косы в 1943 г. – в архиве Камчатского УГМС сохранилась рукопись, в которой сообщается, что за год до этого события вода в озерах была соленой и непригодной для питья (Краткий гидрологический очерк..., 1942).

Учитывая вышеизложенное, предположим следующее. Пресноводная стадия развития озерной системы продолжалась вплоть до прорыва косы в 1916 или 1923 г. В означенные годы озера осолонились и оставались таковыми вплоть до работ экспедиции И.И. Куренкова.

Солоноватоводная стадия (с 1923 г. по настоящее время). Общеизвестно, что со времени экспедиции И.И. Куренкова озера остаются солоноватыми. Главной причиной, а также косвенным подтверждением этого факта, служит то, что по естественным (предположительно, дефицит наносов в береговой зоне) и антропогенным причинам (дночерпание на берегах реки Камчатки в 1970–1980-х гг.) коса в устье реки Камчатки так и осталась «короткой».

Согласно нашим исследованиям, на данной стадии своего развития озера представляют собой систему солоноватых водоемов, режим которых формируется под воздействием речного стока, морских приливов и ветра. Каждое из двух озер заполнено собственной водной массой, гидрологические характеристики которых сходны между собой, но сильно отличаются от характеристик речной и морской воды. Изменение свойств озерных водных масс во времени в основном имеет сезонный характер. В пространственном отношении преобладает вертикальная неоднородность водных масс.

Гидрологический год в озерах начинается весной, когда вода в них обновляется благодаря притоку большого количества пресной воды, поступающей как из реки Камчатки, на которой поднимается волна половодья, так и от таяния снега и льда на поверхности озер и в их бассейнах. В этот период соленость озерных водных масс заметно снижается: в оз. Нерпичье до ~4 ‰ (по всей толще), а в оз. Культучное до 1–2 ‰ (на поверхности). Летом и осенью к речной воде, втекающей в озера, добавляется морская вода, причем доля последней увеличивается по мере сезонного уменьшения речного стока. В период зимней межени в озера втекает больше морской воды, чем речной, из-за чего соленость озерных водных масс по-

вышается: в оз. Нерпичье до ~24 ‰ (у дна), а в оз. Култучное до ~11 ‰ (у дна). Общей закономерностью является то, что экстремумы гидрологических характеристик в оз. Култучное наступают на несколько недель позже, чем в оз. Нерпичье.

Внешний водообмен озер в большую часть года имеет выраженную приливную динамику: в прилив озера наполняются речной и морской водой, а в отлив они сбрасываются в Камчатский залив. При этом из-за большого объема озерной системы, приливная динамика почти не сказывается на солености и температуре озерных водных масс.

В период открытой воды озерные воды непрерывно перемешиваются ветром. В результате гидрологические характеристики по всей глубине относительно мелководного оз. Нерпичье распределяются равномерно. В более глубоководном оз. Култучное ветровое перемешивание дна не достигает. Поэтому в теплое время года в нем сохраняется устойчивая плотностная стратификация – различия между соленостью поверхностного и придонного слоя достигают 4–8 ‰.

В период ледостава ветровое перемешивание в озерах прекращается и в них повсеместно устанавливается устойчивая плотностная стратификация. В то же время верхний (опресненный) слой озерных водных масс вымораживается, поэтому различия между соленостью поверхностного и придонного слоя в обоих озерах не превышают 6–8 ‰.

И наконец, несколько слов о газовом режиме озер. Выше отмечалось, что в обоих озерах дно сложено толстым слоем водонасыщенного ила с песком. Судя по всему, этот слой является постоянно действующим источником сероводорода, влияние которого на экосистему озер различается по сезонам. В период открытого русла ветровое перемешивание обеспечивает аэрирование почти всей толщи озерных вод, поэтому сероводород в заметных концентрациях присутствует только в грунте. В период ледостава сероводород из грунта сначала насыщает придонные горизонты воды, а к концу зимы он распространяется до нижней кромки льда.

Бентофауна озер. Во время бентосной съемки, выполненной нами в конце сентября 2009 г. (рис. 1), на каждой из 14 станций дночерпателем ДАК-250 (S 0,026 м²) было отобрано по 2 пробы. В результате, в озерах Нерпичье и Култучное было обнаружено 28 видов донных беспозвоночных. Из их числа 3 вида – ручейники *Agrypnia* sp., *Brachycentrus americanus* (Banks) и моллюски *Limnaea* sp. были найдены только в желудках рыб, пойманных на мелководьях в южной и юго-западной частях оз. Култучное. Оставшиеся 25 видов встречались в бентосе центральной части оз. Нерпичье и на входе в оз. Култучное:

Oligochaeta

Limnodrilus sp.

Enchytraeus sp.

Polychaeta

Microspio wireni (Augener)

Manayunkia sp. (Annenkova)

Malacostraca

Crangon septemspinosa Say

Kamaka kuthae Derzh.

Lamprops korroensis Derzh.

Neomysis awatschensis (Brant)

Pontoporeia affinis (Lindstrom)
Saduria entomon f. orientalis (Gurjanova)

Trichoptera

Agraylea multipunctata (Curt.)
Oecetis ochracea (Curt.)

Chironomidae

Chironomus (s. str.) *gr. salinarius*
Ch. f.l. semireductus
Ch. f.l. thummi
Cladopelma viridulum L.
Cladotanytarsus sp.
Cryptochironomus gr. defectus
Dicrotendipes pulsus (Walk.)
Endochironomus albipennis Mg.
Glyptotendipes (s. str.) *paripes* Edw.
Paratanytarsus sp.
Paratendipes laticollus Zorina
Procladius (H.) *choreus* Mg..
Psectrocladius (s. str.) *sordidellus* Ztt.

Существующие различия условий обитания в разных районах озер закономерно отражаются на составе и обилии донных беспозвоночных (рис. 2). Максимальные биомассы бентоса отмечены в северо-восточной части оз. Нерпичье

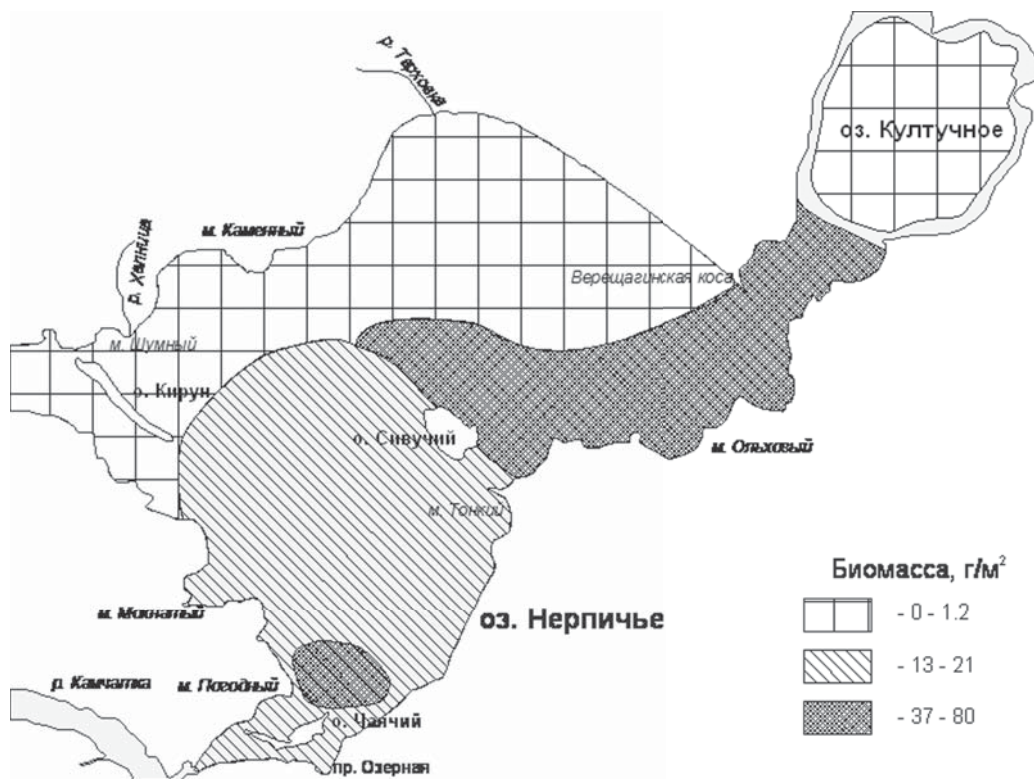


Рис. 2. Распределение биомасс бентоса на различных участках акватории озера Нерпичье

Таблица

Изменение бентофауны озер Нерпичье и Култучное за последние 56 лет (по биомассе, г/м²)*

Станции	Оз. Нерпичье												Оз. Култучное					
	Ближняя часть						Дальняя часть						12,13,15		1953		2009	
	1;2		3;4		5;7		8;11		6;9;10									
Годы	1953	2009	1953	2009	1953	2009	1953	2009	1953	2009	1953	2009	1953	2009	1953	2009		
Хирономиды	1,8	1,8	0,2	6,5	0	30,0	10,5	56,4	6,7	0,57	21,7	0,03	3,9	0	6,0	0,01		
Полихеты	1,7	24,3	0	3,0	0	4,1	10,0	0,03	0	0	0,5	0,003	7,2	0,573	31,6	0,04		
Ракообразные	11,1	3,2	11,7	1,1	1,3	10,6	13,3	0,5	33,8	56,93	0,5	0,003	7,2	0,573	31,6	0,04		
Всего	14,6	29,3	11,9	10,6	1,3	44,7	33,8	56,93	7,2	0,573	31,6	0,04	31,6	0,04	31,6	0,04		

* положение станций отбора проб бентоса в 1953 и 2009 гг. совпадало, см. рис. 1

и на входе в оз. Култучное, где в условиях умеренной проточности массово обитают бокоплавы–понтореи и хирономиды, в частности очень крупные *Ch. f.l. semireductus*. В ближней к Озерной протоке части оз. Нерпичье высокая биомасса наблюдалась только в местах скопления полихет, на остальных участках дна этот показатель снижался вдвое. В районах очень слабой проточности (западная и северная части оз. Нерпичье, основная часть оз. Култучное) бентос либо отсутствовал, либо его биомасса была ничтожно малой.

Из-за ограниченности материалов, опубликованных по итогам экспедиции Ф.П. Рябушинского, изменения видового состава бентофауны, произошедшие в связи с осоложением озер, можно оценить только по высшим ракообразным. По данным А.Н. Державина (1923) в 1908–1909 гг. в озерах обитали виды, характерные для пресных и лиманных реликтовых водоемов – *N. awatschensis*, *L. korroensis*, *S. entomon*, *P. affinis*, *K. kuthae*. В настоящее же время, кроме перечисленных видов, в озерах широко распространились солоноватоводные креветки *C. septemspinosa*, обычно населяющие морское побережье и эстуарии.

Большой интерес представляет оценка характера и направленности многолетних изменений бентофауны, произошедших в системе озер Нерпичье и Култучное со времени работы экспедиции И.И. Куренкова. Учитывая разницу в сроках проведения работ (март в 1953 г. и сентябрь в 2009 г.) более или менее достоверное сравнение состава и обилия бентоса в разных районах озера возможно только по хирономидам и полихетам, распределение которых не подвержено заметным сезонным колебаниям. А вот изменения в обилии ракообразных за этот период не могут быть надежно оценены, поскольку понторея, доминировавшая среди донных ракообразных в 1953 г., активно мигрирует: летом и осенью она скапливается у берегов, а во время ледостава отходит в глубоководные части водоемов.

Анализ распределения донных беспозвоночных наглядно показал, что за последние 56 лет бентофауна озер существенно изменилась (таблица). В районе слабого водообмена (северная часть оз. Нерпичье и все оз. Култучное) донные отложения стали почти безжизненными, возможно в связи с накоплением в них сероводорода. В районах умеренного и интенсивного водообмена биомассы бентоса резко возросли, в первом благодаря обилию хирономид, во втором – полихет. По нашему мнению этому способствовало некоторое заиливание песчаных грунтов, господствовавших в центральной части оз. Нерпичье в 1953 г.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны сотрудникам МГУ Попрядухину А.А., Алабяну А.М. и Маркевичу Г.Н., сотруднику ВНИРО Гангнусу И.А., сотрудникам КамчатНИРО Ковалю М.В., Субботину С.И., Панфиловой П.Н., студентам МГУ Иванову А. и Исламбуратову А. за большую помощь в полевых работах, а также Буркановой Т.И. (ВНИРО) за участие в обработке бентосных проб.

ЛИТЕРАТУРА

- Борисов В.И. 2001.** К вопросу об изменении устья реки Камчатки и солёности Нерпичьего озера // Вопросы истории рыбной промышленности Камчатки (электронный ресурс). Вып. 4. <http://www.npacific.ru/np/library/katalog.htm>.
- Горин С.Л. 2009.** Гидролого-морфологические процессы в эстуарии реки Камчатки на разных этапах его развития // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы X международной научной конференции, посвященной 300-летию со дня рождения Г.В. Стеллера. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 62–67.
- Державин А.Н. 1923.** Malacostraca пресных вод Камчатки // Русский гидробиологический журнал. Т. 2. С. 8–10.
- Державин А.Н. 1927.** Sammaridae Камчатской экспедиции 1908–1909 гг. // Русский гидробиологический журнал. Т. 6. С. 8–10.
- Еленкин А.А. 1914.** Пресноводные водоросли Камчатки // Труды Камчатской экспедиции Ф.П. Рябушинского. Ботанический отдел. Т. 2.
- Кузнецов И.И. 1928.** Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей // Известия Тихоокеанской научно-промысловой станции. Т. 2, вып. 3. 196 с.
- Куренков И.И. 1960.** Нерпичье озеро (гидрологический очерк): отчет в архиве КамчатНИРО, инв. №. 1080. Петропавловск-Камчатский. 26 с.
- Куренков И.И. 1967.** Гидробиологический очерк оз. Нерпичьего // Изв. ТИНРО Т.57. С. 170–186.
- Куренков И.И. 1970.** Пресное или соленое озеро Нерпичье? // Вопросы географии Камчатки. Вып. 6. С. 95–97.
- Куренков И.И. 2005.** Зоопланктон озер Камчатки. Петропавловск-Камчатский. 178 с.
- Краткий гидрологический очерк оз. Нерпичье и Култучное. 1942.** Отчет в архиве Камчатского УГМС, инв. №. 26. Петропавловск-Камчатский. С. 16–23.
- Лебедев В.Н. 1915.** Воды юго-восточной Камчатки. Часть 1. Озера. М. 370 с.
- Лебедев В.Н. 1919.** Воды юго-восточной Камчатки. Часть 2. Текущие воды. 130 с.
- Леман В.Н., Горин С.Л. 2010.** Комплексные исследования эстуария реки Камчатки в 2009–2010 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XI международной научной конференции. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 145–149.

Мартынов А.В. 1925. Trichoptera Камчатской экспедиции Ф.П. Рябушинского 1908-1909 гг. // Ежегодник Зоол. Музея АН СССР. Т. 26. С. 10–26.

Шмидт П.Ю. 1916. Работы Зоологического отдела на Камчатке в 1908–1909 гг. М., 434 с.