

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ, ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ
КАФЕДРА ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ
КАФЕДРА ЗООЛОГИИ И ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ им. А.Э. ЭВЕРСМАНА
КАЗАНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА при РАН
ГЕРПЕТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. А.М. НИКОЛЬСКОГО при РАН

**ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ЭКОЛОГА И ЗООЛОГА,
ПРОФЕССОРА
ВИКТОРА АЛЕКСЕЕВИЧА ПОПОВА**
Материалы докладов XXV-XXVII чтений

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ, ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ
КАФЕДРА ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ
КАФЕДРА ЗООЛОГИИ И ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ им. А.Э. ЭВЕРСМАНА

КАЗАНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЩЕСТВА при РАН

ГЕРПЕТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. А.М. НИКОЛЬСКОГО
при РАН

**ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ЭКОЛОГА И ЗООЛОГА, ПРОФЕССОРА
ВИКТОРА АЛЕКСЕЕВИЧА ПОПОВА**

Материалы докладов XXV-XXVII чтений

Казань 2016

ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ЭКОЛОГА И ЗООЛОГА, ПРОФЕССОРА
ВИКТОРА АЛЕКСЕЕВИЧА ПОПОВА

Материалы докладов XXV-XXVII чтений

Чтения имени эколога и зоолога, профессора Виктора Алексеевича Попова. Материалы XXV-XXVII Чтений. – Казань: ООО «Фолиант», 2016. –132 с.

Под редакцией: проф., д.б.н. Н.М. Мингазовой и доц., к.б.н. Р.И. Замалетдинова

Данный сборник содержит материалы выступлений участников ежегодных чтений, посвященных памяти известного российского эколога и зоолога, профессора, доктора биологических наук Виктора Алексеевича Попова, основателя кафедры охраны природы в Казанском университете. В сборник включены материалы докладов XXV-XXVII чтений, проведенных в 2014-2016 гг.

Материалы содержат как исторические сведения, так и результаты различных исследований в области экологии, зоологии, ботаники, гидробиологии и ихтиологии, а также охраны природы.

Сборник предназначен для специалистов в данных областях, а также широкого круга читателей.

динамикой численности, районами и сроками размножения, а также морфологическими и генетическими различиями, что позволяет рассматривать ее как самостоятельную устойчивую популяцию. В настоящее время состояние этой популяции устойчиво, что позволяет без ущерба для воспроизводства ежегодно вылавливать рекомендованные объемы изъятия.

Субфоссильные *Cladocera* донных отложений озера Большой Харбей (Большеземельская тундра)

Л.А. Фролова, Л.И. Гафиатуллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Для реконструкции условий палеосреды донные озерные отложения имеют особую важность. Изучение озерных отложений позволяет воссоздать детальную картину смены абиотических и биотических условий в озере и его окрестностях. В глубоководных участках водоемов со временем накапливаются осадки, привносимые с водосбора и содержащие остатки животных и растений, обитавших в озере и в водосборном бассейне. Озерные отложения являются уникальными архивами непрерывных данных об изменениях природной среды, происходивших на локальном, региональном и даже глобальном уровнях.

Особый интерес представляют собой донные отложения удаленных, подверженных минимальному антропогенному вмешательству водоемов, в частности, повышенный интерес проявляется к исследованиям арктических и субарктических экосистем, что обусловлено целым рядом объективных причин. Северные экосистемы являются наиболее уязвимыми в условиях возрастающего антропогенного воздействия в силу их специфических характеристик. Водные экосистемы в условиях российского Заполярья характеризуются особенностями формирования химического состава поверхностных вод. Поведение и миграционная способность элементов и соединений в высоких широтах специфичны в силу климатических и ландшафтно-географических особенностей, их токсичные свойства проявляются более активно в низкоминерализованных и низкотемпературных водах вследствие низкой скорости энергообмена и более бедного видового разнообразия водных экосистем Субарктики (Моисеенко и др., 1997; Тетерюк, 2012). Известно, что изменение климата наиболее ярко выражено в арктических широтах и что северные экосистемы наиболее нестабильны и особенно чувствительны к внешним экологическим воздействиям (Kienast et al., 2011; Даувальтер и др., 2008).

Европейский Северо-Восток России в силу особенностей своего климата и геологической истории богат различного рода водными объектами (Алисов 1969; Атлас...б 1997). Обилие озер – характерная ландшафтная особенность тундры как природно-климатической зоны, и, в частности, равнинной территории Большеземельской тундры (Даувальтер и др., 2008). Особое внимание специалистов гидрологов и гидробиологов привлекают озера, являющиеся реликтами древних водоемов, образовавшихся после отступления среднеплесточенового ледника (Лавров, 2005; Henriksen et al, 2008).

Озера Харбейской системы расположены в восточной части Большеземельской тундры на крайнем северо-востоке Европы, около 67°31'-36' с.ш., 62°51'-56' в.д. и 129.8 м над уровнем моря. Большое количество озер является одной из характерных особенностей Большеземельской тундры, в отдельных

районах ее восточной части коэффициент озерности достигает 70 % (Власова, 1976).

Климат этого региона субарктический, резко континентальный. Снежный покров устанавливается в конце октября, таяние снега начинается в середине июня. Средняя годовая температура воздуха составляет -7°C (для сравнения – на западе Большеземельской тундры -4°C) (Горбацкий, 1967). За последние десятилетия в обследованном регионе усилилась континентальность климата: разница между самым теплым (июль) и самым холодным (январь) месяцами года увеличилась на 1.4°C . За 1961-1990 гг. январь стал холоднее в среднем на 0.4°C , а июль потеплел на 1.0°C по сравнению с наблюдениями за 110 лет (Власова, 1976).

Крупные системы озер, имеющие ледниковое происхождение, изучались в 60-е гг., когда антропогенное влияние на них практически не сказывалось. Поэтому их гидрохимический режим определялся только природными факторами: климатическими и почвенными условиями, морфологическими параметрами, особенностями питания озер и развитием в них биологических процессов. Соответственно, такие озера характеризуются благоприятным кислородным режимом, незначительной минерализацией, увеличение которой наблюдалось лишь в придонных слоях глубоких озер, и преимущественно гидрокарбонатно-кальциевым составом воды при невысокой цветности и незначительном содержании соединений биогенных элементов (Хохлова, 2002).

На формирование качества вод исследуемых озер в современных условиях оказывают влияние происхождение озер, низкие среднегодовые температуры воды, большой объем водного стока, невысокие скорости течения, естественное поступление микроэлементов в составе твердого и жидкого стоков с водосборных площадей, следствием чего являются разные уровни концентрации элементов в воде водоемов, расположенных в разных зонах. Помимо природных факторов, большую роль в формировании химического состава воды и донных отложений приобретает антропогенный фактор, выражающийся в трансформации природного геохимического круговорота элементов в результате человеческой деятельности (Даувальтер и др., 2008).

Исследованное озеро Большой Харбей ($67^{\circ}33'$ с.ш., $62^{\circ}53'$ в.д.) расположено в восточной части Большеземельской тундры. Почвы в районе озера поверхностно-глеевые и тундровые, торфянисто-перегнойно-глеевые, болотно-тундровые. В гумусе почв преобладают фульвокислоты. Годовая суммарная радиация $63,5\text{--}72$ ккал/см². Холодный период – 8 месяцев. Озеро свободно ото льда 3 месяца. Короткий период вегетационного сезона характеризуется термической стратификацией, в основном для озера характерна гомотермия (Кузнецова, 2002). Площадь водосбора оз. Большой Харбей 57.30 км², площадь его зеркала 21.31 км², средняя глубина 4.6 м, максимальная глубина 18.5 м. Для тундр северо-востока Европы такие озера, как Харбейские, являются довольно крупными, так как преобладают на этой территории водоемы площадью км² (Фефилова и др., 2012).

Ситуацию в водной экосистеме отражают в значительной мере сообщества зоопланктона и бентоса. Ветвистоусые ракообразные, или кладоцеры (*Cladocera* Latreille, 1829, *Branchiopoda*, *Crustacea*) являются одной из самых многочисленных групп зоопланктона, населяющих современные пресноводные водоемы. Высокая скорость развития и смены генераций позволяет им очень быстро реагировать на изменение условий среды, вследствие чего кладоцеры широко используются в

экологических исследованиях в качестве индикаторных организмов (Фролова, 2012).

Часто анализ кладоцерных сообществ с использованием палеолимнологических методик дает более полное представление о видовом составе ветвистоусых ракообразных в водоеме, чем регулярные многочисленные отборы проб в течение вегетационного сезона с использованием стандартных гидробиологических методик, т.к. в составе донных отложений представлены виды, обитающие в различные периоды вегетационного сезона.

На кладоцерный анализ было отобрано 25 образцов из колонки S (K1) донных отложений оз. Б. Харбей. Возраст колонки донных отложений на основе датирования составил около 200 лет. В лабораторных условиях навеску влажных осадков растворяли в 10 % КОН, нагревали до 75°C в течение 30 минут, затем суспензию фильтровали последовательно через сита. Отфильтрованную суспензию перемещали в 30 мл контейнеры, окрашивали спиртовым раствором сафранина, добавляли несколько капель 96% этанола в качестве антикоагулянта и фиксатора. Микроскопирование и определение субфоссильных остатков Cladocera проводилось с использованием светового микроскопа Axiostar Plus Carl Zeiss при 100-400-кратном увеличении. Из каждой пробы было определено от 100 до 186 экземпляров Cladocera.

В составе субфоссильных кладоцерных сообществ отмечено 22 таксона. Один из видов (*Camptocercus rectirostris* Schoedler, 1862) отмечен в составе кладоцерных танатоценозов, хотя по опубликованным данным о современном состоянии зоопланктона Харбейских озер (оз. Б. Харбей и оз. Головка) он в составе зоопланктоценозов не указывается (Фефилова и др., 2012). Вид является относительно теплолюбивым, является индикатором прогрева воды выше 8°C (Nevalainen et al., 2010), относительно редко и единично встречается в северных регионах. По экологической характеристике вид является обитателем, прежде всего, крупных стоячих водоемов с низкой продуктивностью, встречается среди растений, но чаще обнаруживается у поверхности грунта, на илистых грунтах, в детрите песчаных грунтов.

Кластерный анализ CONISS (программа Tilia) позволил выделить четыре зоны в колонке донных отложений оз. Б. Харбей по составу субфоссильных кладоцерных сообществ. В целом, за весь временной интервал кладоцерное сообщество характеризуется доминированием таксонов, характерных для крупных водоемов. Как по частоте встречаемости, так и по относительной численности доминировали представители семейства Bosminidae, характерные обитатели открытых, пелагических биотопов. Максимальная частота встречаемости отмечена для *Chydorus* cf. *sphaericus*, *Eubosmina* cf. *longispina*, мелких форм рода *Alona*. Указанные таксоны были представлены на всех горизонтах.

Зона I (17-24 см) характеризуется значительным преобладанием планктонных таксонов над литорально-бентосными, косвенно отражая соотношение мелководных и глубоководных, незаросших участков водоема и, соответственно, высокий уровень воды в водоеме. Присутствие в составе кладоцерного сообщества холодноводных таксонов и таксонов умеренного бореального комплекса, начинающих свое развитие при прогреве воды до 6,3-6,5°C (*Alonopsis elongatus* Sars, 1862, *Acroperus harpae* (Baird, 1835), соответственно) (Nevalainen, 2010) позволяет говорить об умеренном или

прохладном климате.

Зона II (10-18 см). Доминанты – босмины, *Chydorus*. cf. *sphaericus*, *Alona affinis* (Leydig, 1860). Несколько меняется соотношение планктонных и литорально-бентосных таксонов в сторону уменьшения доли планктонных, свидетельствуя о понижении уровня озера. В составе сообществ отмечен таксон с наиболее северным ареалом распространения (*Eurycercus glacialis* Lilljeborg, 1887), отсутствующий в других зонах отложений. Кроме того, по-прежнему присутствуют толерантные к низким значениям температуры воды *Alonopsis elongatus*, *Acroperus harpae*.

Зона III (10-3 см). Доля планктонных таксонов несколько возрастает, свидетельствуя об увеличении площадей открытых водных пространств водоема по отношению к заросшему побережью. Увеличение относительной численности планктонного таксона *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785), чувствительного к температурным условиям вида и более многочисленного в южных субарктических и гемибореальных озерах (60-70°C северной широты) (Nevalainen et al., 2010) может свидетельствовать о потеплении. В этой зоне встречен не присутствующий в других слоях теплолюбивый таксон *Camptocercus rectirostris*.

Зона IV (0-2 см) Продолжают сохраняться тенденции изменений в составе кладоцерных сообществ, наметившиеся в зоне три. Доля планктонных таксонов в верхних 1-2 см продолжает возрастать за счет увеличения доли как босмин, так и дафний. Возрастание обилия босмин, в частности вида *Bosmina longirostris*, отмечается и на основании изучения современного состояния зоопланктона в последние годы (Фефилова и др., 2012). Значительная представленность таких таксонов, как *Bosmina longirostris*, *Alona affinis*, *Chydorus*. cf. *sphaericus* также может свидетельствовать о повышении трофического статуса водоема (Андроникова, 1996).

Ряд изменений в составе субфоссильных кладоцерных сообществ в III-IV стратиграфических зонах (0-10 см), а именно, появление новых теплолюбивых планктонных видов, изменение соотношения планктонные/литорально-бентосные виды, увеличение представленности видов, индикаторов возрастающего трофического статуса, косвенно свидетельствует о происходящих изменениях в составе зоопланктонных сообществ, что свидетельствуя о повышении уровня озера, видимо, вследствие увеличения глубины сезонного протаивания грунта.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации и Российско-германской Лаборатории полярных и морских исследований им. О. Ю. Шмидта.

Список литературы

1. Алисов Б. П. Климат СССР. М.: Изд-во МГУ, 1969, 128 с.
2. Андронникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996, 190 с.
3. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа; ДиК, 1997, 116 с.
4. Власова Т.А. Гидрологические и гидрохимические условия биологического продуцирования в озерах Харбейской системы // Продуктивность озер восточной части Большеземельской тундры. Л., 1976, С.6-32.

5. Горбачкий Г.В. Физико-географическое районирование Арктики. Ч. I. Полоса материковых тундр, Л., 1967, 136 с.
6. Даувальтер В.А., Хлопцева Е.В. Гидрологические и гидрохимические особенности озер Большеземельской тундры // Вестн. МГТУ. 2008, Т.1, №3, С. 407–414.
7. Кузнецова М.А. Изменение структурно-функциональных характеристик зоопланктона в ходе эвтрофикации разнотипных озер в аспекте концепции сукцессии (на примере озер Восточно-Европейской равнины): Автореф. дис... докт. биол. наук. Нижний Новгород, 2002, 36 с.
8. Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. М.: Аэрогеология, 2005, 222 с.
9. Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Родюшкин И.В. Геохимическая миграция элементов в субарктическом водоеме (на примере озера Имандра). Апатиты, КНЦ РАН, 1997, 127 с.
10. Тетерюк Б. Ю. Флора древних озер Европейского Северо-Востока России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012, Т.14, № 1, С.82-90
11. Фефилова Е.Б., Кононова О.Н., Дубовская О.П., Хохлова Л.Г. Современное состояние зоопланктона системы озер Большеземельской тундры // Биология внутренних вод. 2012, Т4, С.44-52
12. Фролова Л.А. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) // Биологические индикаторы в палеобиологических исследованиях: атлас / науч. ред Л.Б. Назарова. Казань: Казан. ун-т, 2013, С. 44-64.
13. Хохлова Л.Г. Гидрохимическая изученность поверхностных вод Большеземельской тундры. Возобновляемые ресурсы водоемов Большеземельской тундры. Сыктывкар, КНЦ УрО РАН, 2002, С.5-14.
14. Henriksen, M., Mangerud, J., Matiouchkov, A., Murray, A.S., Paus, A. & Svendsen, J. I. Intriguing climatic shifts in a 90 kyr old lake record from northern Russia // *Boreas*. 2008, Vol. 37, P.20–37.
15. Kienast F., S.Wetterich, S.Kuzmina, L.Schirrmeister, A.Andreev, P.Tarasov, L. Nazarova, A.Kossler, L. Frolova, V.Kunitsky Kienast F. Paleontological records prove boreal woodland under dry inland climate at today's Arctic coast in Beringia during the last interglacial *Quaternary Science Reviews*. 2011. - 30.17/18, P. 2134-2159.
16. Korhola A., Olander H., Blom T. Cladoceran and chironomid assemblages as quantitative indicators of water depth in subarctic Fennoscandian lakes // *Journal of Paleolimnology*. 2000, 24, P.43–53.
17. Nevalainen L., Luoto T.P. Temperature sensitivity of gamogenesis in littoral cladocerans and its ecological implications // *Journal of Limnology*. 2010, 69, P.120-125.
18. Svendsen, J. I., Alexanderson, H., Astakhov, V. I., Demidov, I., Dowdeswell, J. A., Funder, S., Gataullin, V., Henriksen, M., Hjort, C., Houmark-Nielsen, M., Hubberten, H. W., Ingor Ifsson, O., Jakobsson, M., Kjær, K.H., Larsen, E., Lokrantz, H., Lunkka, J. P., Lyså, A., Mangerud, J., Matiouchkov, A., Murray, A., Möller, P., Niessen, F., Nikolskaya, O., Polyak, L., Saarnisto, M., Siegert, C., Siegert, M. J., Spielhagen, R. F., Stein, R. // Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. *Quaternary Science Reviews*. 2004, 23, P.1229-1271.