

Terrestrial environmental conditions during the Last Interstadial based on analysis of aquatic invertebrate communities from coastal exposures at the Dmitry Laptev Strait



Frolova L.A.^{1,2*}, Nigmatullin N.M.¹, Nazarova L.B.¹,
Wetterich S.^{3,4}, Schirrmeister L.³

¹Kazan Federal University, Kremlyovskaya Str., 4/5, Kazan, 420008, Russia

²Institute of archaeology and ethnography of the Russian Academy of Sciences, Acad. Lavrentiev Avenue 17, Novosibirsk, 630090, Russia

³Permafrost Research, Alfred Wegener Institute, Helmholtz Center for Polar and Marine Research, Potsdam, Germany

⁴Institute of Geography, Technische Universität Dresden, Germany

ABSTRACT. For the first time, data on the composition of cladoceran communities in lake bottom sediments from Bol'shoy Lyakhovsky Island and Oyogos Yar on the coast of the Dmitry Laptev Strait during the last major interglacial period (MIS 5e, 124-119 thousand years ago) have been obtained. 13 Cladocera taxa were identified in the composition of the taphocenoses. The composition of the Cladocera taphocenoses of Oyogos Yar indicates the presence of a well-developed littoral zone in the paleolakes, as most of the cladoceran remains belong to littoral-phytophilic taxa closely associated with macrophytes. In the Cladocera communities of Oyogos Yar, both cold-water representatives and more southern thermophilic taxa, such as *Leydigia leydigi*, were found. The findings of Cladocera remains from the MIS 5e period on the coast of the Laptev Sea, significantly north of their current ranges, allow for the reconstruction of warmer climatic conditions than those of today. The data obtained on Cladocera are well consistent with the results of chironomid analysis.

Keywords: Bol'shoy Lyakhovsky Island, Oyogos Yar, MIS 5e, Cladocera, *Leydigia leydigi*

For citation: Frolova L.A., Nigmatullin N.M., Nazarova L.B., Wetterich S., Schirrmeister L. Terrestrial environmental conditions during the Last Interstadial based on analysis of aquatic invertebrate communities from coastal exposures at the Dmitry Laptev Strait // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - P. 358-361. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-358

1. Introduction

In recent decades, climate change has emerged as a major global environmental concern. Various biological proxies have been employed as quantitative tools in paleoclimatology to deduce past temperature variations during the late Quaternary due to their temperature sensitivity (Frolova et al., 2014). Notably, subfossil Cladocera assemblages have been recognized as effective indicators of climate change (Nevalainen et al., 2012). The aim of this study was to examine the subfossil Cladocera community in lake sediments from Bol'shoy Lyakhovsky Island and Oyogos Yar (northern East Siberia) to reconstruct the paleoclimatic conditions of this region.

2. Materials and Methods

The study sites span along the Dmitry Laptev Strait on the southern coast of Bol'shoy Lyakhovsky Island and the opposite mainland coast of Oyogos Yar in northern Russia. Field studies were conducted on both sides of the Laptev Strait in 2002, 2007, and 2014. Cladoceran assemblages in the lacustrine deposits were investigated on Bol'shoy Lyakhovsky Island (L7-11) and in profiles Oya-3-11, Oy7-01, Oy7-08, Oya 5-1 on Oyogos Yar. The analysis of subfossil Cladocera was performed using the standard methodology (Korhola and Rautio, 2001).

*Corresponding author.

E-mail address: larissa.frolova@mail.ru (L.A. Frolova)

Received: June 06, 2024; **Accepted:** July 08, 2024;

Available online: August 26, 2024

© Author(s) 2024. This work is distributed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



3. Results and Discussion

The fossil Cladocera remains were well-preserved and 13 taxa were identified in the composition of the thanatocoenoses. The most abundant taxa were *Chydorus cf. sphaericus*, *Bosmina* sp., and *Daphnia pulex* gr. In general, the community was dominated by littoral-benthic taxa (*C. cf. sphaericus*, *Alona guttata* / *Coronatella rectangula*). Here, Cladocera remains are more diverse and have much higher concentrations if compared to Bol'shoy Lyakhovsky, where *C. cf. sphaericus* dominated. Most Cladocera remains at Oyogos Yar belong to littoral phytophilous taxa closely associated with macrophytes. Furthermore, along with cold-water representatives, more southern thermophilic taxa have been discovered at Oyogos Yar. Specifically, findings of *Leydigia leydigi* indicate warmer-than-today conditions during the MIS 5e in the past. According to literature (Flossner, 2000), this species is absent in the Arctic-subarctic zones and is only found in the boreal zone. Currently, the distribution boundary of this taxon lies significantly further south than the location of our findings on the Laptev Sea coast (Frolova et al., 2020; Ibragimova et al., 2020).

4. Conclusions

Thus, the findings of Cladocera remains significantly north of their modern ranges allow us to reconstruct warmer climatic conditions during MIS 5e than present-day conditions. The data obtained from cladocera analysis are in good agreement with the results of chironomid analysis, which also reconstructs significantly higher-than-today mean July air temperatures (12.0-13.8°C) in MIS 5e for Oyogos Yar. Climatic and paleoecological conditions during MIS 5e in water bodies along the coast of Oyogos Yar were apparently more favorable for Cladocera on Bol'shoy Lyakhovsky Island. The composition of Cladocera taphocoenoses in Oyogos Yar indicate the presence of a well-developed littoral zone in paleolakes.

Acknowledgements

Cladoceran analysis was carried out within the framework of the Strategic Academic Leadership Program of Kazan Federal University (Priorities-2030).

Conflict of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

References

- Flossner D. 2000. Die Haplozoa und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden: Backhuys Publishers.
- Frolova L., Nazarova L., Pestryakova L. et al. 2014. Subfossil Cladocera from surface sediment in thermokarst lakes in northeastern Siberia, Russia, in relation to limnological and climatic variables. *Journal of Paleolimnology* 52: 107-119. DOI: [10.1007/s10933-014-9781-7](https://doi.org/10.1007/s10933-014-9781-7)
- Frolova L., Nigmatullin N., Valieva E. et al. 2020. Cladoceran remains from the bottom sediments of the arctic lake Arkto-Pimberto in the Pechora River delta. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 4.1.*: 335-340 DOI:[10.5593/sgem2020/4.1/s19.042](https://doi.org/10.5593/sgem2020/4.1/s19.042)
- Ibragimova A., Frolova L., Nigmatullin N. et al. 2020. The research of the Yamal peninsula lake bottom sediments by the implementation of subfossil cladocera assemblages' analysis. *Proceedings of 20th International multidisciplinary scientific Geoconference, SGEM 4.1.*: 539-546 DOI:[10.5593/sgem2020/4.1/s19.067](https://doi.org/10.5593/sgem2020/4.1/s19.067)
- Korhola A., Rautio M. 2001. Cladocera and other branchiopod crustaceans. In: Smol, J.P., Birks, H.J.B., Last, W.M. (Eds.), *Tracking environmental change using lake sediments*. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. 4: 125-165. DOI: [10.1007/0-306-47671-1_2](https://doi.org/10.1007/0-306-47671-1_2)
- Nevalainen L., Luoto T.P., Kultti S. et al. 2012. Do subfossil Cladocera and chydorid ephippia disentangle Holocene climate trends? *The Holocene* 22: 291-299. DOI: [10.1177/0959683611423691](https://doi.org/10.1177/0959683611423691)

Наземные условия палеосреды в период последнего интерстадиала по данным анализа сообществ водных беспозвоночных отложений побережья пролива Дмитрия Лаптева

Краткое сообщение

LIMNOLOGY
FRESHWATER
BIOLOGYФролова Л.А.^{1,2}, Нигматуллин Н.М.¹, Назарова Л.Б.¹,
Веттерих С.^{3,4}, Ширрмайстер Л.³¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18²Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 630090, Новосибирская обл., Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 17³Институт Альфреда Вегенера, Центр полярных и морских исследований имени Гельмгольца, Потсдам, Германия⁴Институт географии, Технический университет Дрездена, Дрезден, Германия

АННОТАЦИЯ. Впервые были получены данные о составе кладоцерных сообществ донных отложений озер, существовавших на острове Большой Ляховский и Ойгосском Яру на побережье пролива Дмитрия Лаптева в период последнего крупного межледниковья (МИС 5е, 124-119 тыс. лет назад). В составе тафоценозов идентифицированы 13 таксонов Cladocera. Состав сообщества Cladocera Ойгосского Яра указывает на развитую литоральную зону в палеоозерах, большинство остатков принадлежит литорально-фитофильным таксонам, связанным с макрофитами. В сообществах Ойгосского Яра обнаружены как холодноводные, так и теплолюбивые таксоны, например, *Leydigia leydigi*. Найденные остатки Cladocera севернее современных ареалов указывают на более тёплый климат в период МИС 5е. Данные по Cladocera согласуются с результатами хирономидного анализа.

Ключевые слова: остров Большой Ляховский, Ойгосский Яр, МИС 5е, Cladocera, *Leydigia leydigi*

Для цитирования: Фролова Л.А., Нигматуллин Н.М., Назарова Л.Б., Веттерих С., Ширрмайстер Л. Наземные условия палеосреды в период последнего интерстадиала по данным анализа сообществ водных беспозвоночных отложений побережья пролива Дмитрия Лаптева // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - С. 358-361. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-358

1. Введение

В последние десятилетия изменение климата стало серьезной глобальной экологической проблемой. В палеоклиматологии используются различные биологические индикаторы в качестве количественных инструментов для определения изменений температуры в позднечетвертичный период, поскольку они чувствительны к температуре (Frolova et al., 2014). В частности, субфоссильные сообщества кладоцер были признаны эффективными индикаторами изменения климата (Nevalainen et al., 2012). Целью этого исследования было изучение сообщества субфоссильных Cladocera в озерных отложениях на острове Большой Ляховский и Ойгосский Яр (север Восточной Сибири) для реконструкции палеоклиматических условий этого региона.

2. Материал и методы

Район исследования расположен вдоль пролива Дмитрия Лаптева на южном побережье острова Большой Ляховский и на противоположном материковом побережье Ойгосского Яра на севере России. Полевые исследования были проведены по обе стороны пролива Лаптевых в 2002, 2007 и 2014 годах. Сообщества кладоцер в озерных отложениях были исследованы на острове Большой Ляховский (L7-11) и в профилях Оуа-3-11, Оу7-01, Оу7-08, Оуа 5-1 на Ойгосском Яре. Анализ субфоссильных Cladocera был выполнен по стандартной методике (Korhola and Rautio, 2001).

*Автор для переписки.

Адрес e-mail: larissa.frolova@kpfu.ru (Л.А. Фролова)

Поступила: 06 июня 2024; Принята: 08 июля 2024;

Опубликована online: 26 августа 2024

© Автор(ы) 2024. Эта работа распространяется под международной лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.



3. Результаты и обсуждения

Ископаемые остатки кладоцер донных отложений на острове Большой Ляховский и Ойгосский Яр отличались хорошей степенью сохранности. В составе тафоценозов идентифицированы остатки 13 таксонов Cladocera. Наиболее высокой численностью выделались таксоны *Chydorus cf. sphaericus*, *Bosmina* sp. and *Daphnia pulex* gr. В сообществе преобладали литорально-бентосные таксоны (*C. cf. sphaericus*, *Alona guttata* / *Coronatella rectangular*). В водоемах на острове Б. Ляховский зафиксированы низкие концентрации остатков ветвистоусых ракообразных при доминировании *C. cf. sphaericus*. Находки кладоцер в палеоозерах на Ойгосском Яру более разнообразны и имеют гораздо более высокие концентрации. Большинство остатков ветвистоусых ракообразных Ойгосского Яра относятся к литоральным фитофильным таксонам, тесно связанным с макрофитами. В сообществах кладоцер Ойгосского Яра наряду с холодноводными представителями обнаружены и более южные теплолюбивые таксоны, в частности, находки вида *Leydigia leidigi* на побережье Ойгосского Яра указывают на более теплые условия в МИС 5е в прошлом. По литературным данным (Flossner, 2000), этот вид отсутствует в аркто-субарктических зонах и представлен лишь в бореальной зоне. Граница распространения данного таксона в настоящее время проходит значительно южнее места нашей находки остатков на побережье моря Лаптевых (Frolova et al., 2020; Ibragimova et al., 2020).

4. Выводы

Таким образом, находки остатков Cladocera значительно севернее их современных ареалов позволяют реконструировать более теплые климатические условия в период МИС 5е, чем современные. Данные, полученные по кладоцера хорошо согласуются с результатами хирономидного анализа, по которому для Ойгосского Яра так же реконструированы значительно более высокие показатели среднеиюльской температуры воздуха, чем в настоящее время (12.0-13.8°C). Климатические и палеоэкологические условия в период МИС 5е в водоемах на побережье Ойгосского Яра видимо были благопри-

ятнее для ветвистоусых ракообразных, чем в палеоозерах острова Б. Ляховского. Составы тафоценозов Cladocera Ойгосского Яра свидетельствуют о наличии хорошо развитой литоральной зоны в палеоозерах.

Благодарности

Кладоцерный анализ выполнен в рамках программы «Приоритет 2030» Казанского федерального университета.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

- Flossner D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden: Backhuys Publishers.
- Frolova L., Nazarova L., Pestryakova L. et al. 2014. Subfossil Cladocera from surface sediment in thermokarst lakes in northeastern Siberia, Russia, in relation to limnological and climatic variables. *Journal of Paleolimnology* 52: 107-119. DOI: [10.1007/s10933-014-9781-7](https://doi.org/10.1007/s10933-014-9781-7)
- Frolova L., Nigmatullin N., Valieva E. et al. 2020. Cladoceran remains from the bottom sediments of the arctic lake Arkto-Pimberto in the Pechora River delta. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 4.1.*: 335-340 DOI: [10.5593/sgem2020/4.1/s19.042](https://doi.org/10.5593/sgem2020/4.1/s19.042)
- Ibragimova A., Frolova L., Nigmatullin N. et al. 2020. The research of the Yamal peninsula lake bottom sediments by the implementation of subfossil cladocera assemblages' analysis. *Proceedings of 20th International multidisciplinary scientific Geoconference, SGEM 4.1.*: 539-546 DOI: [10.5593/sgem2020/4.1/s19.067](https://doi.org/10.5593/sgem2020/4.1/s19.067)
- Korhola A., Rautio M. 2001. Cladocera and other branchiopod crustaceans. In: Smol, J.P., Birks, H.J.B., Last, W.M. (Eds.), *Tracking environmental change using lake sediments*. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. 4: 125-165. DOI: [10.1007/0-306-47671-1_2](https://doi.org/10.1007/0-306-47671-1_2)
- Nevalainen L., Luoto T.P., Kultti S. et al. 2012. Do subfossil Cladocera and chydorid ephippia disentangle Holocene climate trends? *The Holocene* 22: 291-299. DOI: [10.1177/0959683611423691](https://doi.org/10.1177/0959683611423691)