

Correlation of the Taipalovskii Bay coastal formations with Holocene Lake Ladoga water-level fluctuations



Aksenov A.O.^{1,2,3*}, Bolshiyarov D.Yu.¹, Pravkin S.A.¹, Lebedev G.B.¹

¹ Arctic and Antarctic Research Institute, Beringa str., 38, Saint-Petersburg, 199397, Russia

² St Petersburg University, Universitetskaya emb., 7/9, Saint-Petersburg, 199034, Russia

³ A.P. Karpinsky Russian Geological Institute, Srednii Av., 74, Saint-Petersburg, 199106, Russia

ABSTRACT. The study presents preliminary results of investigating the coastal morphosystem of the Taipalovskii Bay in Lake Ladoga, aimed at reconstructing water-level fluctuations. The comprehensive research conducted includes: geomorphological profiling, peat coring, OSL dating of shoreline deposits, radiocarbon dating of peat deposits, and diatom analysis of dated samples. It has been established that the accumulative shore of the bay was formed throughout the Holocene due to multiple transgressive-regressive cycles. It is suggested that the large beach bar, previously believed to have formed during the Ladoga transgression, already existed in the mid-Holocene. The maximum level of the transgression itself is estimated to be around 14-15 meters in height.

Keywords: Lake Ladoga, the Holocene, water-level fluctuations, coastal geomorphology, OSL-dating, radiocarbon dating

For citation: Aksenov A.O., Bolshiyarov D.Yu., Pravkin S.A., Lebedev G.B. Correlation of the Taipalovskii Bay coastal formations with Holocene Lake Ladoga water-level fluctuations // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - P. 223-228. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-223

1. Introduction

The shore of the Taipalovskii Bay (south of the Burnaya River) represents an accumulative coastal morphosystem, consisting of sandy terraces complicated by parallel ridges along the shoreline, an extensive large barrier ridge (up to 5 meters high), and peat bogs formed in the place of a paleolagoon. This area was first described in a seminal work by J. Ailio, dedicated to the study of the Lake Ladoga shoreline (1915). The Finnish researcher, based on his own field observations, concluded that the barrier ridge formed during the Ladoga transgression, and its formation led to the separation of Lake Sukhodolskoye from the Ladoga water area. This study presents materials that allow for a more precise history of the development of this region.

2. Materials and methods

For this study, geomorphological profiling was conducted using a GEOBOX No. 8-23 optical leveling instrument. The leveling data were tied to a triangulation point of the state geodetic network, allowing for the determination of elevation marks in the Baltic

height system. To correlate the observed paleo-shorelines, samples of coastal deposits were taken at several sites for OSL dating. The dating was carried out at the OSL laboratory of the Karpinsky Institute. Additionally, fieldwork included peat bog drilling using a Russian peat borer. The peat deposit samples were dated using the radiocarbon method at the Laboratory of Geomorphological and Paleogeographical Research of Polar Regions and the World Ocean at the Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University. Furthermore, a diatom analysis of the collected samples was performed by Z.V. Pushina, a specialist from the FSBI "VNIIOkeangeologia".

3. Results

In Figure 1, a geomorphological profile of the coastline with the obtained datings is presented. The age of the deposits at the base of the beach ridge, located at an elevation of 11.5 meters, is 2900 ± 200 years BP (RGI-1174). A sample taken from the barrier ridge yielded a dating of 5000 ± 400 years BP (RGI-1173). According to the leveling data, the bar has a relative height of 4.4 meters, with its base located at 17

*Corresponding author.

E-mail address: aksenov2801@gmail.com (A.O. Aksenov)

Received: June 10, 2024; **Accepted:** June 28, 2024;

Available online: August 26, 2024

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





Fig. 1. Geomorphological profile of the Taipalovskii Bay shore. 1 – sand-gravel-pebble deposits; 2 – sands; 3 – peat; 4 – sampling points; 5 – water level on the day of leveling survey; 6 – OSL age; 7 – radiocarbon age, calibrated age is given in parentheses.

meters and its crest at 21.4 meters. Behind the ridge, an undulating surface is observed, with elevations ranging from 15 to 16 meters. On this surface, at the distal base of the ridge, the OSL age of the deposits is 8100 ± 800 years BP. Further from the ridge, a peat bog is observed, with the peat thickness increasing towards the shore. At the site RP-3267, the peat thickness was found to be 1.1 meters. The radiocarbon age of the peat base here is 4660 ± 100 14C years BP (5360 ± 150 cal years BP). In boreholes drilled at the abrasion scarp, the core thickness was 3.5 meters. The elevation of the borehole mouths is 16.5 meters. The lithology of the cores is shown in Figure 2.

4. Discussion and conclusion

The research results provide some preliminary conclusions about the dynamics of Lake Ladoga's water level in this area. Firstly, there is no evidence of water level rise above 14-15 meters during the Ladoga transgression (the maximum stage of which occurred 3100-2800 ¹⁴C years BP (Saarnisto, 2012)). The nearest datings, obtained within a close age range (2500-2600 years BP), pertain to layers of gyttja and silts at elevations of 14.5 and 13.5 meters respectively, as well as to the deposits of the barrier ridge at 11.5 meters. This is corroborated by studies of sediment sections from the valleys of the Burnaia, Viun, and Fedorovka rivers, where Ladoga transgression deposits are recorded below 15 meters (Verzilin et al., 2001). This casts doubt on the accuracy of Y. Ailio's conclusions regarding the formation of the Taipalovskii Bay barrier ridge during the Ladoga transgression. The age of the ridge deposits, determined to be 5000 ± 400 years BP, is quite close to the end of the Littorina transgression in the Baltic Sea. Lacustrine deposits from this period were also previ-

ously uncovered in the Viun River valley (Znamenskaya and Ananova, 1967). Thus, two transgressive stages corresponding to the Ladoga and Littorina transgressions are established. The oldest sediments identified in this study are found in the 14-15 m terrace deposits and the base of the peat bog cores. These datings are assumed to correspond to the end of another early Holocene transgressive phase.

Therefore, the data suggest the presence of three Holocene transgressive-regressive cycles in this area. These results differ significantly from the information on the structure of Holocene deposits in Southern Ladoga area, where they are most often represented only by mid-Holocene peats or buried soils overlain by Ladoga transgression sediments (Markov, 1949). The authors hope that further research will determine the cause of these differences.

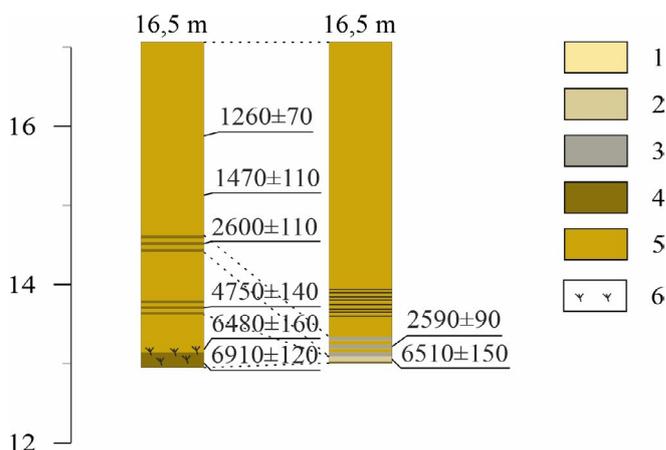


Fig. 2. Lithology of the peat cores and radiocarbon datings. 1 – sands; 2 – sandy silts; 3 – silts; 4 – gyttja; 5 – peat; 6 – plant macrofossils.

Acknowledgments

The study was conducted with the support of a grant from the Russian Science Foundation № 23-27-00273 “An assessment of Lake Ladoga level decrease rate during the last 3000 years obtained from results of coastal landforms absolute dating”, <https://rscf.ru/project/23-27-00273/>.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

Ailio J. 1915. Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur

steinzeitlichen Besiedelung. Bulletin de la commission Geologique de Finlande 45: 1-186. (in German)

Markov K.K. 1949. Postglacial History of the Southeastern Shore of Lake Ladoga. Voprosy geografii [Geography questions] 12: 213-220. (in Russian)

Znamenskaya O.M., Ananova E.N. 1967. New Data on the History of the Western Shore of Lake Ladoga. In: Istoriya ozer severo-zapada. Leningrad, pp. 132-140. (in Russian)

Verzilin N.N., Kleimenova G.I., Sevastianov D.V. 2001. On the History of Landscape and Hydrographic Network Development in the Karelian Isthmus. Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva [Proceedings of the Russian Geographical Society] 133(3): 58-69. (in Russian)

Saarnisto M. 2012. Late Holocene land uplift/neotectonics on the island of Valamo (Valaam), Lake Ladoga, NW Russia. Quaternary International 260: 143–152. DOI: [10.1016/j.quaint.2011.09.005](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.09.005)

Корреляция береговых образований Тайпаловского залива с изменениями уровня Ладожского озера в голоцене

Краткое сообщение

LIMNOLOGY
FRESHWATER
BIOLOGYАксенов А.О.^{1,2,3*}, Большианов Д.Ю.¹, Правкин С.А.¹, Лебедев Г.Б.¹¹ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, ул. Беринга, 38, Санкт-Петербург, 199397, Россия² Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Россия³ Всероссийский научно-исследовательский институт им. А.П. Карпинского, Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия

АННОТАЦИЯ. В работе представлены предварительные результаты изучения береговой морфосистемы Тайпаловского залива Ладожского озера с целью реконструкции колебания уровня воды. В комплекс проведенных исследований входят: геоморфологическое профилирование, бурение торфяников, датирование отложений береговых форм рельефа ОСЛ-методом и болотных отложений радиоуглеродным методом, диатомовый анализ датируемых образцов. Установлено, что аккумулятивный берег залива формировался на протяжении всего голоцена за счет неоднократных трансгрессивно-регрессивных циклов. Предполагается, что крупный береговой бар, который, как полагали ранее, сформировался во время Ладожской трансгрессии, уже существовал в среднем голоцене. А уровень максимума самой трансгрессии оценивается на высоте около 14-15 м.

Ключевые слова: Ладожское озеро, голоцен, колебания уровня воды, береговая геоморфология, ОСЛ-датирование, радиоуглеродное датирование

Для цитирования: Аксенов А.О., Большианов Д.Ю., Правкин С.А., Лебедев Г.Б. Корреляция береговых образований Тайпаловского залива с изменениями уровня Ладожского озера в голоцене // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - С. 223-228. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-223](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-223)

1. Введение

Побережье Тайпаловского залива (к югу от реки Бурной) представляет собой аккумулятивную береговую морфосистему, состоящую из песчаных террас, осложненных параллельными береговой линии валами, протяженного, крупного (до 5 м высотой) берегового бара, а также торфяников, сформированных на месте палеолагуны. Впервые этот участок был описан в фундаментальной работе Ю. Айлио, посвященной исследованию побережья Ладожского озера (1915). Финский исследователь, на основе собственных полевых наблюдений, пришел к выводу о том, что береговой бар возник во время Ладожской трансгрессии, и собственно его образование привело к отчленению озера Суходольского от ладожской акватории. В данной работе представлены материалы, позволяющие уточнить историю развития этого района.

2. Методы работ

Для выполнения текущего исследования было выполнено геоморфологическое профилирование при помощи оптического нивелира ГЕОВОХ №8-23. Данные нивелирования были привязаны к триангуляционному пункту государственной геодезической сети, что позволяет определить высотные отметки в Балтийской системе высот. Для привязки наблюдаемых древних береговых линий на нескольких точках были отобраны образцы отложений береговых форм рельефа для ОСЛ-датирования. Датирование выполнялось в ОСЛ-лаборатории Института Карпинского. Кроме того, полевые работы включают в себя бурение торфяников при помощи русского торфяного бура. Образцы отложений торфяников датированы радиоуглеродным методом в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и

*Автор для переписки.

Адрес e-mail: aksenov2801@gmail.com (А.О. Аксенов)

Поступила: 10 июня 2024; **Принята:** 28 июня 2024;

Опубликована online: 26 августа 2024

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



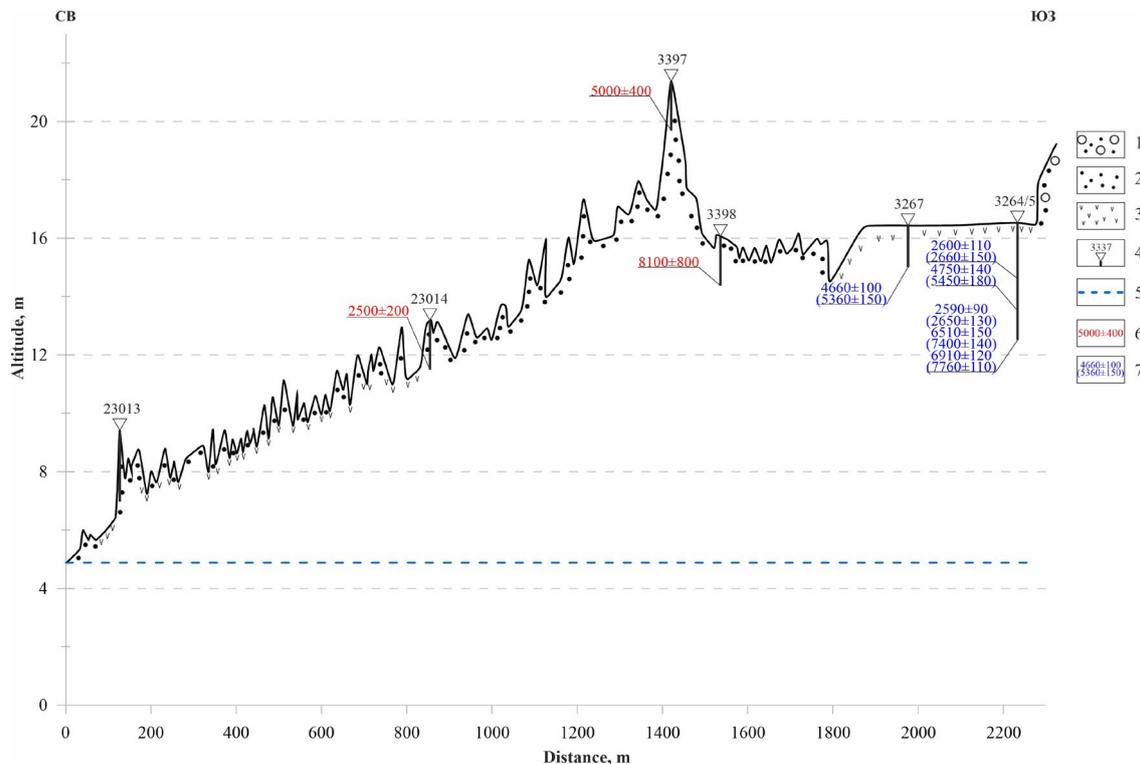


Рис.1. Геоморфологический профиль побережья Тайпаловского залива. 1 – печано-гравийно-галечные отложения; 2 – пески; 3 – торфа; 4 – точки пробоотбора; 5 – уровень воды в день нивелирной съемки; 6 – ОСЛ-возраст; 7 – радиоуглеродный возраст, в скобках указан калиброванный.

Мирового Океана Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета. Также специалистом ФГБУ «ВНИИОкеангеология» Пушиной З.В. был выполнен диатомовый анализ отобранных образцов.

3. Результаты

На рис. 1 представлен геоморфологический профиль побережья с полученными датировками. Возраст отложений вала, подножие которого расположено на высоте 11,5 м составил 2900 ± 200 л.н. (RGI-1174). По образцу, отобранному из бара, получена датировка 5000 ± 400 л.н. (RGI-1173). Сам бар, по данным нивелирования, имеет относительную высоту 4,4 м, его подножие находится на высоте 17 м, а гребень – на 21,4 м. За баром наблюдается волнистая поверхность, высоты которой варьируются в пределах 15-16 м. На ее поверхности, у дистального подножия бара, ОСЛ-возраст отложений составил 8100 ± 800 л.н. Дальше от бара наблюдается торфяник. Мощность торфа увеличивается по направлению от берега. В шурфе (ТН-3267) его мощность оказалась равна 1,1 м. По основанию торфа здесь получен радиоуглеродный возраст 4660 ± 100 ^{14}C л.н. (5360 ± 150 кал. л.н.). В скважинах, выполненных у абразионного уступа, мощность керна составила 3,5 м. Высота устья скважин равна 16,5 м. Литология кернов показана на рис. 2.

4. Обсуждение результатов

Результаты исследований позволяют получить некоторые предварительные выводы о динамике уровня Ладожского озера в этом районе.

Во-первых, признаков повышения уровня воды выше 14-15 м во время Ладожской трансгрессии (максимальная стадия которой произошла 3100-2800 ^{14}C л.н. (Saarnisto, 2012)) не наблюдается. Ближайшие датировки, полученные в близком возрастном промежутке (2500-2600 л.н.) относятся к прослоям гиттии и алевритов на высотах 14,5 и 13,5 м соответственно, а также к отложениям берегового вала на высоте 11,5 м. Это подтверждают и исследования разрезов отложений долин рек Бурной, Вьюна и Федоровки, где отложения Ладожской трансгрессии фиксируются ниже 15 м (Верзилин и др., 2001). Это позволяет подвергнуть сомнению правильность выводов Ю. Айлио о формировании берегового бара Тайпаловского залива во время Ладожской трансгрессии. Возраст, полученный по отложениям бара, составил 5000 ± 400 л.н., что довольно

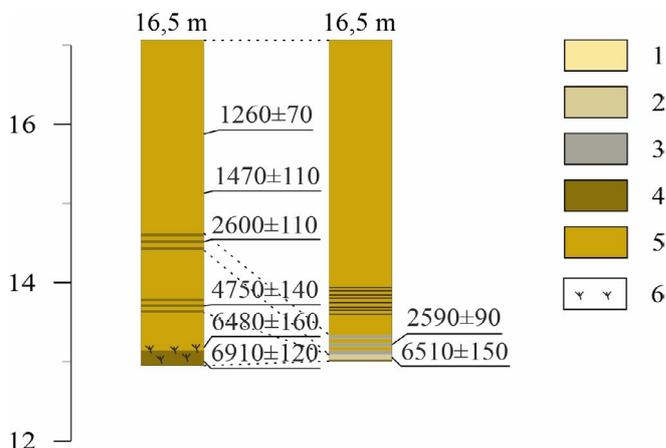


Рис.2. Литологическое строение кернов торфяника и радиоуглеродные датировки. 1 – пески; 2 – песчанистые алевриты; 3 – алевриты; 4 – гиттии; 5 – торфа; 6 – растительные макроостатки.

близко к завершению Литориновой трансгрессии на Балтийском море. Озерные отложения этого времени также были вскрыты ранее в долине реки Вьюн (Знаменская и Ананова, 1967). Таким образом, устанавливается два трансгрессивных этапа, соответствующих Ладожской и Литориновой трансгрессиям. Наиболее древние осадки, определенные в данном исследовании, обнаружены в отложениях 14-15-метровой террасы, а также в основании кернов болота. Предполагается, что эти датировки относятся к завершению еще одной, раннеголоценовой трансгрессивной фазы.

Таким образом, полученные данные позволяют предполагать наличие трех голоценовых трансгрессивно-регрессивных циклов в этом районе. Эти результаты значительно отличаются от сведений о строении голоценовых отложений Южного Приладожья, где они чаще всего представлены только среднеголоценовыми торфами или погребенными почвами, перекрытыми осадками Ладожской трансгрессии (Марков, 1949). Авторы надеются, что дальнейшие исследования позволят определить причину этих различий.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00273 «Оценка темпов снижения уровня Ладожского озера

за последние 3000 лет по результатам абсолютного датирования береговых форм рельефа», <https://rscf.ru/project/23-27-00273/>.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

Верзилин Н.Н., Клейменова Г.И., Севастьянов Д.В. 2001. К истории развития ландшафтов и гидрографической сети на Карельском перешейке. Известия Русского географического общества 133(3): 58–69.

Знаменская О.М., Ананова Е.Н. 1967. Новые данные по истории западного побережья Ладожского озера. В: История озер северо-запада. Ленинград, с. 132–140.

Марков К.К. 1949. Послеледниковая история юго-восточного побережья Ладожского озера. Вопросы географии (12): 213–220.

Ailio J. 1915. Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung. Bulletin de la commission Geologique de Finlande 45: 1-186. (in German)

Saarnisto M. 2012. Late Holocene land uplift/neotectonics on the island of Valamo (Valaam), Lake Ladoga, NW Russia. Quaternary International 260: 143–152. DOI: [10.1016/j.quaint.2011.09.005](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.09.005)