

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

<sup>1</sup>Шаталова А.Е., <sup>1</sup>Кублицкий Ю.А., <sup>1</sup>Орлов А.В., <sup>1</sup>Демидионов М.Ю., <sup>1</sup>Николаева Е.Д.,  
<sup>1</sup>Дудоркин Е.С., <sup>2</sup>Лудикова А.В., <sup>1</sup>Субетто Д.А.

<sup>1</sup>РГПУ имени А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт озероведения Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

В данной работе рассматриваются первые результаты изучения природных условий и изменения уровня Балтийского моря в голоцене на основе изучения донных осадков озер Голубое, Зайчихинское и Большое Молочное, расположенных в северной части Карельского перешейка. Установлено, что в первой половине голоцена развитие озера Голубого определялось трансгрессивно-регрессивными стадиями Балтики. По данным диатомового анализа выделена стадия анциловой трансгрессии, после завершения которой озеро развивалось изолировано, и лишь в незначительной степени подвергалось воздействию соленых вод во время литориновой трансгрессии. Дальнейшее изучение озер Зайчихинское и Б. Молочное позволит уточнить максимальный уровень литориновой трансгрессии на территории северной части Карельского перешейка.

Ключевые слова: *Балтийское море, литориновая трансгрессия, Карельский перешеек, голоцен, донные отложения озер, диатомовый анализ*

Динамика уровня Балтийского моря в прошлом представляет большой интерес для палеогеографов, поскольку ведутся дискуссии о трансгрессивно-регрессивных фазах моря и его влияния на прибрежные территории в голоцене. Для реконструкции природных условий был использован популярный и надежный метод исследования донных отложений озер [Субетто, 2009]. Актуальными объектами для изучения трансгрессивных циклов являются озера, расположенные вблизи береговой линии на различных гипсометрических уровнях [Corner et al., 1999]. Изменения положения береговой линии восточной части Финского залива изучаются с конца XIX века. Установлено, что в период климатического оптимума голоцена, в атлантический период, литориновая трансгрессия Балтийского моря оказала значительное влияние на прибрежную зону и окружающие ландшафты. Согласно исследованиям озерных отложений побережья восточной части Финского залива, литориновая трансгрессия началась около 8450 кал. лет назад [Miettinen et al., 2007]. Максимальный уровень трансгрессии наблюдался в диапазоне 7600-6500 кал. лет назад [Miettinen et al., 2007]. Некоторые авторы также различают от двух до шести трансгрессивных фаз [Miettinen et al., 2007; Sandgren et al., 2004].

В рамках работы над магистерской диссертацией автора «Реконструкция изменения уровня Балтийского моря в голоцене палеолимнологическими методами» и при поддержке гранта Президента № МК-5595.2018.5 было проведено исследование озера Голубого на Карельском перешейке [Ludikova et al., 2020; Shatalova et al., 2018].

Целью исследования являлась реконструкция положения уровня Балтийского моря во время литориновой трансгрессии на территории Карельского перешейка и природных условий за последние 10 тысяч лет (за период голоцена). Настоящее исследование является продолжением предыдущего с добавлением двух новых объектов – озер Зайчихинское (60,437005° с.ш., 28,830588° в.д.) и Большое Молочное (60.85076° с.ш., 28.94203° в.д.), на которых в июле 2020 года были проведены полевые работы (Рис. 1). Озера находятся на различных гипсометрических отметках, что позволит уточнить уровень и хронологию литориновой трансгрессии. Озеро Зайчихинское находится на отметке 13 м над уровнем моря, оз. Голубое – 12 м, оз. Бол. Молочное – 9 м. Средняя глубина озера Зайчихинское составляет 0,6 м, оз. Голубого - 1 м, оз. Бол. Молочного 2,4 м.

Максимальная глубина озера Зайчихинское достигает 1,1 м, оз. Голубого - не более 2 м, оз. Бол. Молочного - 7,7 м. Это позволит выполнить детальное сравнение литологического состава и результатов анализов, сопоставить степень влияния различных, в первую очередь, трансгрессивно-регрессивных факторов на развитие выбранных озер.

Полевые работы на озерах Голубое в 2018г, Зайчихинское и Бол. Молочное в 2020 г. включали в себя: (1) подробное изучение территории вокруг озер; (2) выбор точек пробоотбора; (3) отбор кернов донных осадков с помощью торфяного бура (Russian corer, диаметр желонки 5 и 7,5 см); (4) первичное литологическое и стратиграфическое описание кернов донных отложений и их фотодокументацию.

Пробоотбор донных осадков осуществлялся при помощи торфяного бура разного диаметра (ГОСТ 17.1.5.01-80) [Субетто, 2009]. Отбор проб на озере Голубом производился со сплавины, а на озерах Зайчихинское и Бол. Молочное с плавучей платформы. Бурение начиналось от поверхности осадков, поэтому предварительно проводилось определение глубины с помощью лота или ручным эхолотом.

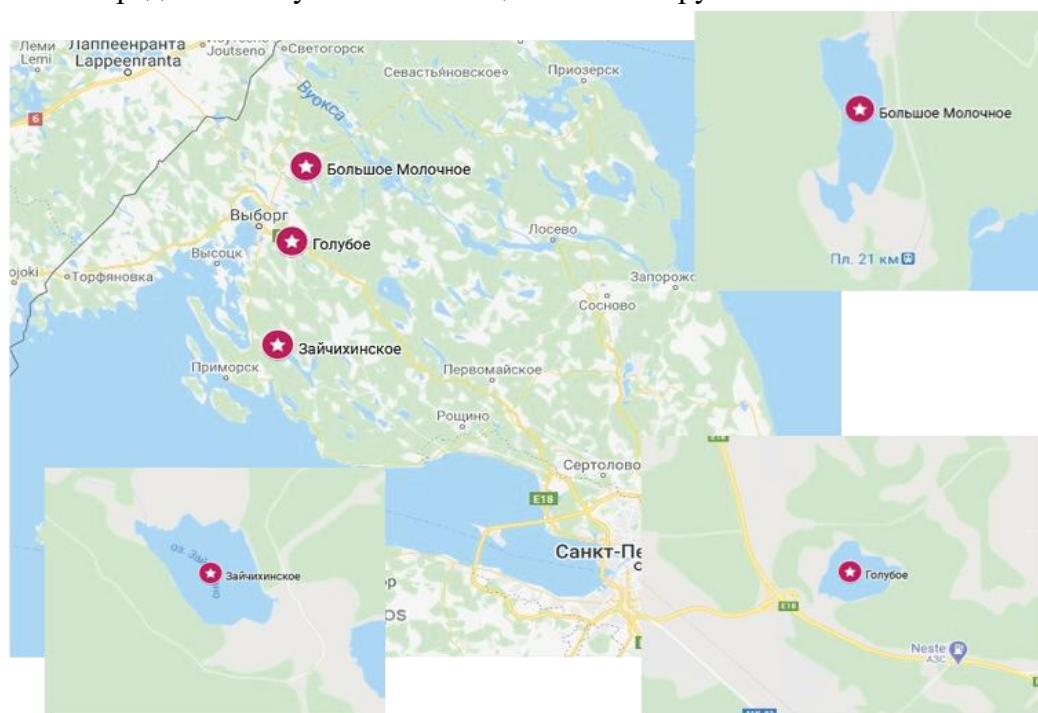


Рис. 1. Местоположение изучаемых озёр.

После того, как желонка, прикрепленная на штаги, опускалась на определённую глубину пробоотбора, производился поворот ручки бура на 180°, и колонка поднималась, бур очищался и открывался. После первичного литологического описания, керн донных отложений заворачивался в пленку и упаковывался в пеналы для перевозки. Из оз. Голубое были последовательно взяты керны по одному метру до глубины осадка в 10 м, из оз. Зайчихинское до глубины 9,65 м., из оз. Бол. Молочного до глубины 12,6 м (Рис. 2).

В лаборатории керны донных отложений были распакованы и зачищены. Для изучения отложений озера Голубого применялись геохимическим, палинологическим, диатомовым, хирономидным анализом и АМС-датированием. Образцы донных отложений из озёр Зайчихинское и Бол. Молочное были отобраны на 4 анализа: диатомовый, геохимический, ППП (потери при прокаливании) и АМС-датирование. Основополагающий анализ – диатомовый, поскольку присутствие в составе диатомовых комплексов видов-индикаторов литориновой трансгрессии Балтийского моря позволяет уточнить происхождение соответствующих отложений, охарактеризовать условия их формирования и выявить сигналы начала/завершения трансгрессии [Лудикова, 2015].



Рис. 2. Керн озера Голубого: контактная зона нижних серых глин и выше лежащей с четкой границей зеленовато-бурой, слоистой глинистой гиттии (глубина 10,27-9,27 м).

На данный момент получены результаты анализов для донных отложений оз. Голубое. Установлено, что на ранних этапах (ранний и средний голоцен) развитие озера Голубого определялось трансгрессивно-регрессивными стадиями Балтики. По данным диатомового анализа выделена стадия анциловой трансгрессии, после завершения которой это озеро развивалось изолировано. Выделена также стадия литориновой трансгрессии, отмеченная повышением содержания галофильных диатомей. Преобладание индифферентных к солености видов диатомовых водорослей и отсутствие солоноватоводных диатомей свидетельствуют лишь о незначительном повышении солености по сравнению с другими разрезами прибрежной части Карельского перешейка. Довольно слабый «сигнал» литориновой трансгрессии в донных отложениях озера Голубого может объясняться геоморфологическими особенностями его местоположения, препятствовавшими непосредственному проникновению в его котловину вод Литоринового моря [Ludikova et al., 2020].

В настоящий момент ведется лабораторная обработка проб донных отложения озер Зайчихинское и Бол. Молочное. В настоящее время описан литологический состав колонок донных отложений (Рис. 3), в ближайшее время будут получены результаты геохимического анализа и начнется пробоподготовка к диатомовому анализу.

На рисунке 3 заметно совпадение нескольких горизонтов, ключевым из которых для нас является горизонт глинистой гиттии и гиттиевой глины с зеленовато-бурыми прослоями. В колонке он выглядит в виде полосок более светлого и более темного оттенков. Периодичное изменение цвета осадка говорит о том, что происходили быстрые и регулярные изменения в условиях осадконакопления: прослой гиттии свидетельствуют об активном накоплении органического материала, в том время как более светлые глинистые – о сокращении поступления органического вещества и возможном повышении уровня водоема либо усилении роли аллохтонного минерального компонента. Подробные изменения содержания органического вещества по всей колонке будут проанализированы с помощью анализа потерь при прокаливании. АМС – датирование определит время, когда именно произошли эти изменения. Геохимический анализ позволит выявить изменения в содержании химических элементов.



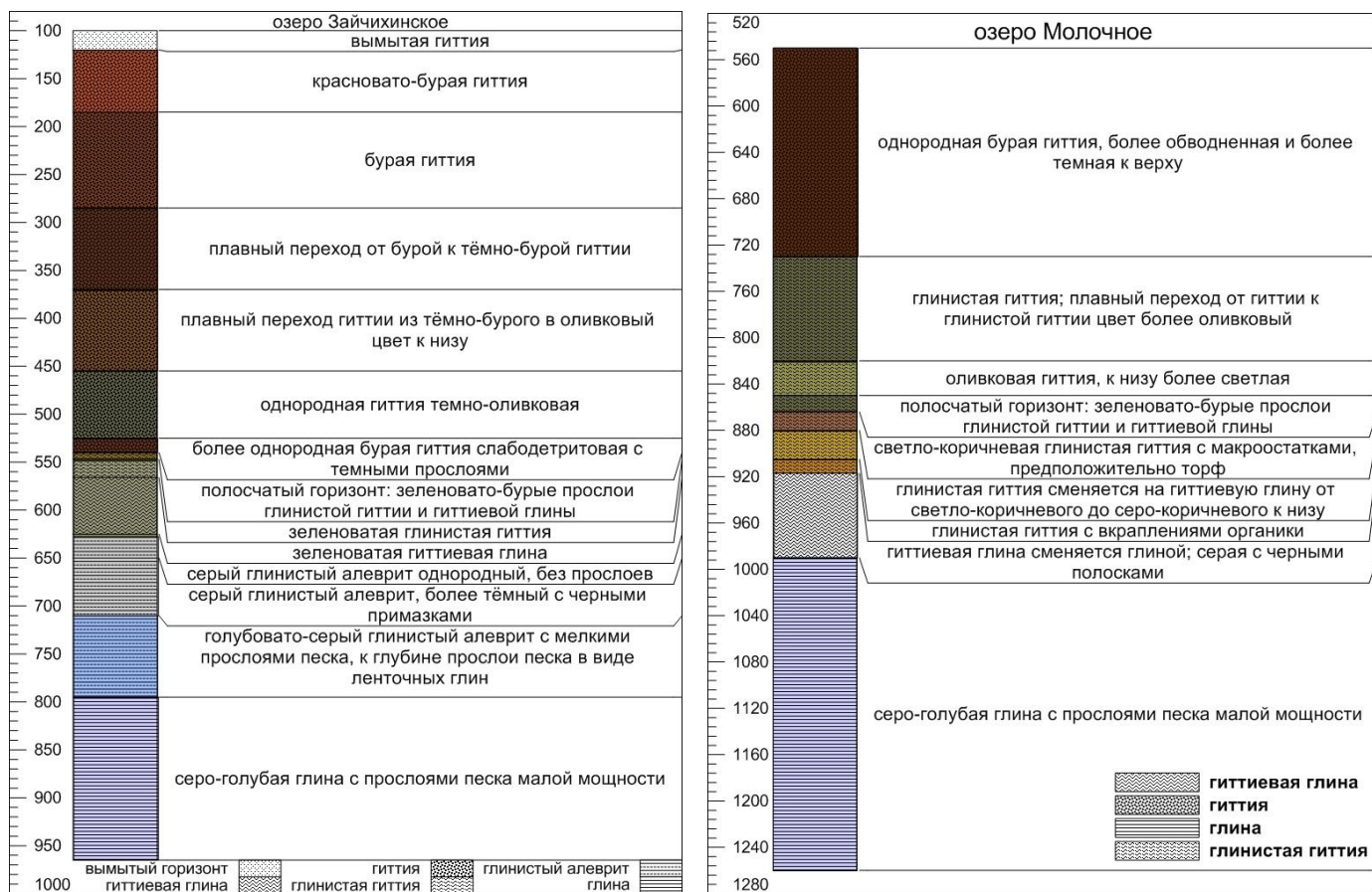


Рис. 3. Литологический состав озера Зайчихинское и озера Б. Молочное

Результаты данного исследования позволят сделать достоверные выводы о влиянии трансгрессивно-регрессивных фаз Балтийского моря на развитие данных водоемов, а также уточнить пространственно-временные рамки существования балтийских палеобассейнов, различающиеся в разных районах вследствие неравномерного изостатического поднятия земной коры.

**Благодарности.** Исследование проводится при поддержке гранта РФФИ-аспиранты № 20-35-90089. Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSZN-2020-0016).

### ЛИТЕРАТУРА

Subetto D.A. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. – 344 с.

Corner G.D., Yevzerov V.Ya., Kolka V.V., Moller J.J. Isolation basin stratigraphy and Holocene relative sea-level change at the Norwegian-Russian border north of Nikel, northwest Russia // Boreas. 1999. Vol. 28. № 1. P. 146–166.

Ludikova A.V., Shalatoва A.E., Subetto D.A., Kublitskiy Y.A., Rosentau A., Hang T. Diatom-inferred palaeolimnological changes in a small lake in the context of the Holocene Baltic Sea transgressions: a case study of Lake Goluboye, Karelian Isthmus (NW Russia) // Iop Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020. Vol. 438, P. 1–12. doi: 10.1088/1755-1315/438/1/012014

Miettinen A., Savelieva L., Subetto D. et al. Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history // Boreas. 2007. Vol. 36. P. 441–458. <https://doi.org/10.1080/03009480701259284>

Sandgren P., Subetto D.A., Berglund B.E. et al. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia // GFF. 2004. Vol. 126. P. 363–380. <https://doi.org/10.1080/11035890401264363>

Shatalova A., Kublitsky U., Subetto D. et al. 2018. Study of paleogeographic features of the northern part of the Karelian Isthmus during the Holocene. In: Materials of the 3rd international paleolimnological conference in Kazan, p. 112.

Shatalova A.E., Kublitsky U.A., Subetto D.A., Rosentau A., Ludikova A.V., Sokolova N.V., Syrykh L.S. Level changes of the baltic sea in the holocene based on the study of lakes bottom sediments of the Karelian Isthmus // Limnology and freshwater biology. 2020. Is. 4. P. 465-466. doi: 10.31951/2658-3518-2020-a-4-465

## RECONSTRUCTION OF THE BALTIC SEA LEVEL IN THE HOLOCENE ACCORDING TO THE STUDY OF BOTTOM SEDIMENTS OF LAKES OF THE NW KARELIAN ISTHMUS

<sup>1</sup>Shatalova A.E., <sup>1</sup>Kublitsky Yu.A., <sup>1</sup>Orlov A.V., <sup>1</sup>Demidionov M.Yu., <sup>1</sup>Nikolaeva E.D.,  
<sup>1</sup>Dudorkin E.S., <sup>2</sup>Ludikova A. V., <sup>1</sup>Subetto D. A.

<sup>1</sup>Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

The article describes the first results of reconstruction of natural conditions and changes in the level of the Baltic sea in the Holocene based on the study of bottom sediments of lakes Goluboye, Zaychikhinskoe and Bolshoe Molochnoe. It is established that during the early and middle Holocene, the development of Lake Goluboye was determined by the transgressive-regressive stages of the Baltic Sea. According to diatom analysis, the stage of ancyclus transgression was identified, after which the lake developed in isolation, as well as the phase of litorina transgression. However, the lake was only slightly affected by salt water. Further study of lakes Zaychikhinskoe and B. Molochnoe will allow us to clarify the level of litorina transgression on the territory of the Karelian Isthmus.

Keywords: *Baltic Sea, Littorina transgression, Karelian Isthmus, Holocene, lake sediments, diatom analysis*