

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ГОЛОЦЕНОВОЙ РЕГРЕССИИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

GEOMORPHOLOGICAL EVIDENCE OF LAKE LADOGA HOLOCENE REGRESSION

**Аксенов Алексей Олегович^{1,2}, Крастель Себастиан³, Рыбалко Александр
Евменьевич^{1,4}, Федоров Григорий Борисович^{1,2}**

¹ Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург

² ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург

³ Кильский Университет им. К. Альбрехта, Киль

⁴ ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург

**Aksenov Aleksei Olegovich^{1,2}, Krastel Sebastian³, Rybalko Alexander Evmenievich^{1,4},
Fedorov Grigorii Borisovich^{1,2}**

¹ Saint-Petersburg University, Saint-Petersburg

² FSBI «Arctic and Antarctic Research Institute», Saint-Petersburg

³ Christian Albert University of Kiel, Kiel

⁴ FSBI «VNIIOkeangeologia», Saint-Petersburg

Введение

История развития Ладожского озера характеризуется постоянными изменениями уровня вод. Его самостоятельное развитие с озерной седиментацией началось 11.6 кал. тыс. л.н., после спуска Балтийского Ледникового озера [Gromig et al., 2019]. С этого момента уровень озера начал стремительно регрессировать, и предполагается, что к максимуму регрессии он находился значительно ниже современной береговой линии. Исследователи по-разному оценивают глубину регрессии. Абрамова и др. [1967] предполагали, что древние береговые линии могут быть обнаружены на глубине 55 м (абсолютные отметки – -50 м). В статье Subetto et al. [1998] указывается глубина максимальной регрессии 45 м (абс. высота – -40 м). Однако все эти предположения не были подкреплены фактическими данными. Поэтому цель нашего исследования – на основе данных акустического профилирования (АПр) обнаружить формы берегового палеорельефа и определить глубины залегания древних береговых линий.

Данные и методы

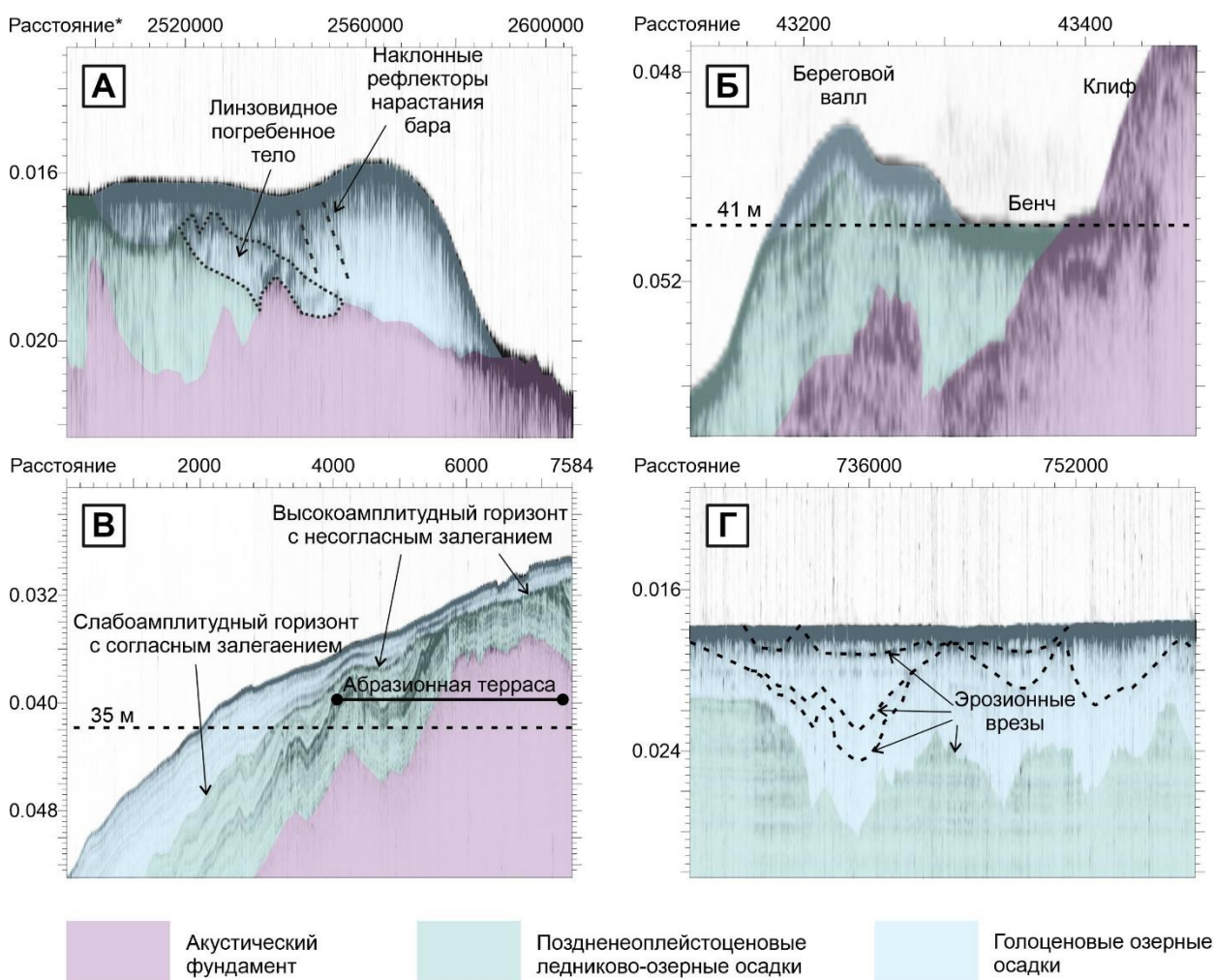
Материалы АПр были собраны в рамках российско-германского проекта «PLOT» (Paleolimnological transect) в 2013 году на НИС «Посейдон» (КарНЦ РАН). Был использован профилограф Innomar SES-2000 с частотой сигнала в низкочастотном режиме от 2 до 22 кГц, глубиной проникновения в осадки до 35 м и разрешением 10 см. По итогам было собрано более 1500 км профилей, охватывающих большую часть акватории озера. Интерпретация данных АПр была выполнена в Kingdom IHS Software 2015. Расчет глубины выполнен исходя из предположения, что скорость сейсмической волны в воде составляет 1500 м/с.

Результаты и их обсуждение

По данным АПр были интерпретированы несколько форм рельефа, развитие которых происходило в условиях берегового рельефообразования. В юго-западной части озера были обнаружены два береговых бара, высотой до 3 м. Они расположены на глубинах 20 и 14 м. Они характеризуются округлой поверхностью с крутым проксимальным и пологим дистальным склонами. Они накладываются на абразионные поверхности. Под баром, расположенном на глубине 14 м наблюдается погребенное тело, предположительно представленное лагунными осадками. Такое явление могло произойти вследствие

трансгрессии и затопления лагуны водами озера. Также, на этих же интервалах глубин наблюдается серия береговых валов высотой 1 м, отмечающая постепенную регрессию Ладожского озера.

Кроме того, в этой же части озера зафиксированы погребенные долины. Всего выделено три крупных долины, заполненных более молодыми осадками. Они характеризуются симметричными бортами и изрезанной поверхностью русла. Стоит отметить, что в разрезе по вертикали можно наблюдать до 4 врезов, наложенных друг на друга. Это свидетельствует о неоднократных эпизодах регрессии озера. Максимально зафиксированная глубина врезания – 30-35 м, относительная глубина самих врезов – 10 м. Вероятно, эти долины принадлежат палео-рекам, впадающим в бухту Петрокрепость – Лава, Назия и т.д. Предположительно, одно из русел может принадлежать Палео-Мге, которая, по представлениям Д.Б. Малаховского с соавторами [1993], могла иметь сток в Ладожское озеро до прорыва р. Невы.



* указано неверное расстояние в связи с ошибкой при записи координат профиля

Рис 1. Примеры интерпретации форм рельефа по материалам АПр. По горизонтали показано расстояние в метрах, по вертикали – двойное время сигнала в секундах. А – береговой бар в южной части Ладожского озера. Б – абразионная платформа с клифом, бенчем и береговым баром. Южный склон Коневецкой гряды. В – погребенная под голоценовыми осадками абразионная терраса. Юго-западный склон Мантсисаарской гряды. Г – погребенная долина с 4 этапами врезания. Бухта Петрокрепость

Помимо этого, нами были выделены абразионные террасы, окаймляющие южные и центральные склоны котловины озера. Эти поверхности выработаны в ленточных глинах, некоторые из них погребены под голоценовыми осадками. Они маркируются высокоамплитудным горизонтом, свидетельствующим об абразионном характере поверхности. В бухте Петрокрепость выделены 3 террасы на высотах 12, 14 и 20 м. В

остальной части озера были прослежены максимальные глубины залегания высокоамплитудного горизонта. Они варьируют в пределах от 30 до 65 м. Проанализировав эти данные, мы пришли к выводу, что глубиной максимальной регрессии Ладожского озера является отметка 40 м. Глубины горизонта абразии в пределах 30-35 м распространены локально в пределах склонов о. Мантсинсаари, и, вероятно, приподняты относительно других отметок вследствие вертикальных тектонических движений. Отметки в диапазоне 55-65 м приурочены к подножиям крутых склонов ледниковых гряд центральной части озера, и, следовательно, могут быть результатом проявления гравитационных процессов. Глубины горизонта около 40 м приурочены к субгоризонтальным и слабонаклонным поверхностям южной части озера, а значит, влияние на положение абразионных террас других процессов должно быть незначительным. Эта оценка регрессии несколько отличается от предполагаемых ранее Абрамовой С.А. (55 м) [1967] и Субетто Д.А. (45 м) [1998].

Заключение

По итогам проведенного исследования были идентифицированы три формы реликтового рельефа. Береговые бары, валы, а также погребенные долины приурочены к южному побережью, в то время как абразионные террасы имеют более широкое распространение. Предполагается, что эти формы относятся к раннеголоценовой регрессии Ладожского озера. Выделено 4 береговых линии, относящихся к этому этапу: 12 м, 14 м, 20 м и 40 м. 40-метровая глубина является максимальной глубиной регрессии Ладожского озера. Строение погребенных врезов и береговых баров свидетельствует о том, что данная регрессия была осложнена несколькими фазами поднятия-опускания уровня вод.

Список литературы

1. *Абрамова С.А., Давыдова Н.Н., Квасов Д.Д.* История Ладожского озера по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализов // История озер северо-запада: Материалы первого симпозиума по истории озер Северо-Запада СССР. – 1967. – С 113-132.
2. *Малаховский Д.Б., Арсланов Х.А., Гей Н.А., Джиноридзе Р.Н., Козырева М.Г.* Новые данные по голоценовой истории Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. – 1993. – С. 61-73.
3. *Gromig, R., Wagner, B., Wennrich, V., Fedorov, G., Savelivea, L., Lebas, E., Krastel, S., Brill, D., Andreev, A., Subetto, D., Melles, M.* Deglaciation history of Lake Ladoga (northwestern Russia) based on varved sediments // *Boreas*. – 2019. – Vol. 48. – P. 330-348.
4. *Subetto D.A, Davydova N.N., Rybalko A.E.* Contribution to the lithostratigraphy and history of Lake Ladoga // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. – 1998. – Vol. 140, No. 1. – P. 113-119.