

КАРТИРОВАНИЕ ПОДВОДНОГО РЕЛЬЕФА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

^{1,2} Аксенов А.О., ^{1,3} Рыбалко А.Е., ⁴ Науменко М.А.

¹ Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБУ «АНИИ», Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Институт озероведения Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

В исследовании представлена геоморфологическая схема Ладожского озера масштаба 1 : 1 000 000. Для ее составления были использованы данные сейсмоакустического профилирования и цифровой модели рельефа (ЦМР) котловины водоема. В основе лежит аналитический метод геоморфологического картографирования. В итоге, в рельефе котловины Ладожского озера выделяется несколько генетических типов (2 денудационных и 4 аккумулятивных). Кроме того, фиксируются следы неотектонических нарушений, а также флювиогляциальные и ледниковые формы, соотносящиеся с Невской краевой стадией Осташковского оледенения.

Ключевые слова: *Ладожское озеро, геоморфологическое картирование, сейсмоакустическое профилирование, цифровая модель рельефа, Поздний Неоплейстоцен, Голоцен*

Со второй половины XX века дно Ладожского озера стало объектом геолого-геоморфологических исследований различных организаций, таких как Институт Озероведения РАН, ВСЕГЕИ, СевМорГео. К результатам этих работ относятся геологическая схема [Амантов, Спиридонов, 1989], схема донных отложений [Семенович, 1966], а также схема четвертичных отложений [Subetto et al, 1998]. Наше исследование представляет геоморфологическую схему Ладожского озера, полученную по новым данным.

Морфологической основой для этой схемы послужила цифровая модель рельефа, составленная по батиметрическим картам масштаба 1:100 000 [Naumenko, 2020]. Модель обработана в Surfer 13 Golden Software.

Для выделения происхождения и возраста форм подводной поверхности использованы сейсмоакустические профили. Они были получены в экспедициях СПбГУ, Центра Морских Исследований МГУ им. Ломоносова и Института Водных Проблем Севера КарНЦ РАН. Сеть покрывает большую часть котловины озера. Интерпретация сейсмоакустических данных выполнена в The Kingdom Software 2015. Выделены несколько сейсмоакустических толщ в четвертичном покрове, которые соотнесены с результатами бурения [Subetto, 2009].

Схема составлена в ArcMap 10.6.1 ESRI ArcGIS, куда были загружены батиметрические и сейсмоакустические данные. Применен аналитический метод геоморфологического картирования, основанный на выделении генетически однородных поверхностей. Комплекс имеющихся данных позволяет довольно точно интерпретировать субаквальный рельеф.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА

Масштаб 1 : 1 000 000

P-(35),36 (Ладожское озеро)

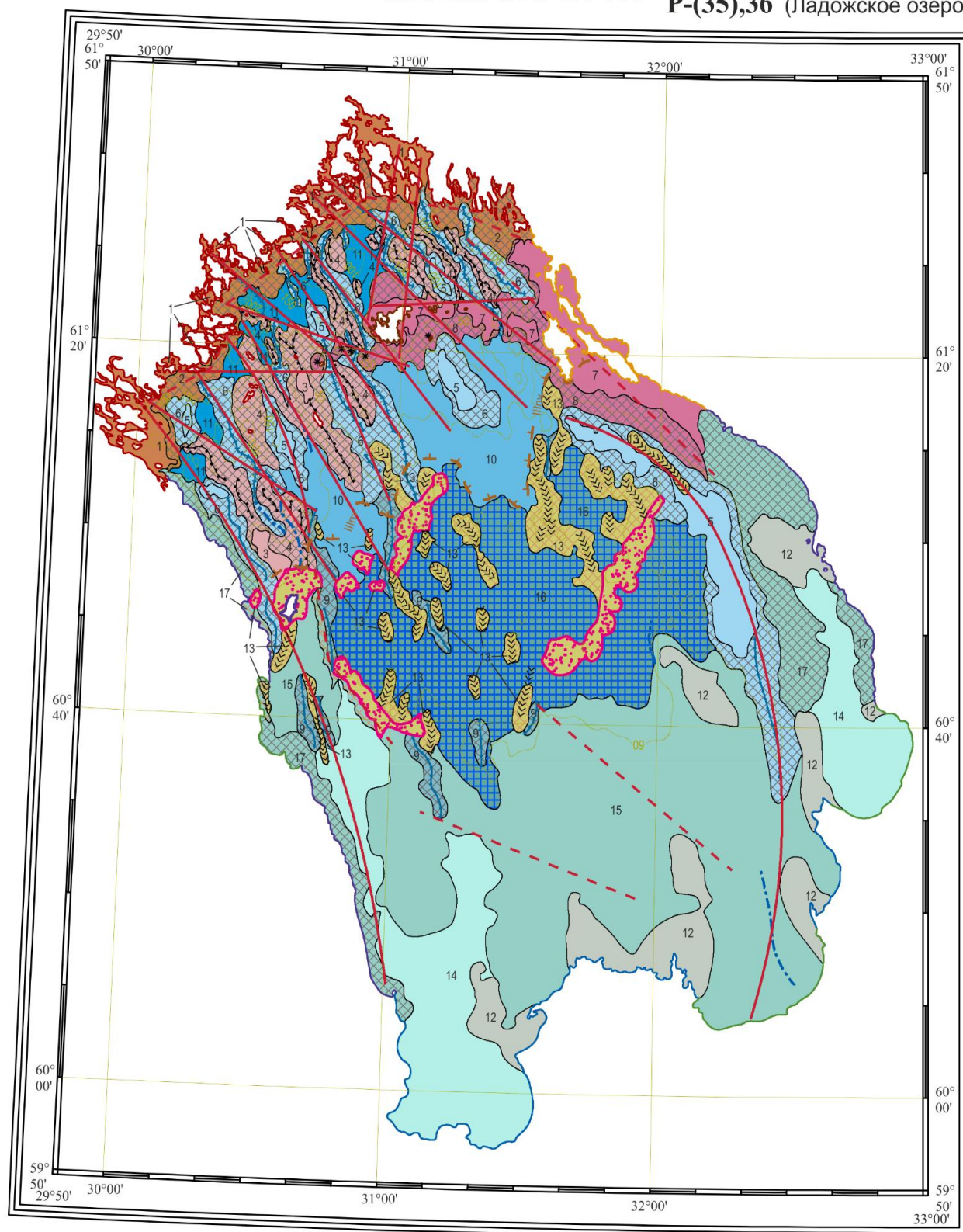


Рис. 1. Геоморфологическая схема Ладожского озера

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Рис. 2. Условные обозначения к геоморфологической схеме

Результатом этого исследования является геоморфологическая схема масштаба 1 : 1 000 000 (Рис. 1, 2). В котловине Ладожского озера можно выделить 6 генетических типов рельефа. К ним относятся денудационный структурный, эрозионный субаквальный, ледниковый, флювиогляциальный, ледниково-озерный, озерный нефелоидный типы. Северная часть озера в основном сложена структурно предопределенными грядами и впадинами рифейских метаморфических пород [Амантов, Спиридонов, 1989], а также нефелоидными равнинами. Отдельно выделяются возвышенности, гряды и массивы, дайкового пояса и Валаамского силла. Для этих участков характерны следы неотектонических нарушений, указывающие на важную роль тектонических движений в формировании котловины как в позднем неоплейстоцене, так и в голоцене. В центральной части выделяются специфические линейные возвышающиеся формы, которые были отнесены к конечным грядам и озам Невской стадии Осташковского оледенения 13000-12000 л.н. [Subetto et al, 1998]. Южная часть озера представлена ледниково-озерными равнинами, формировавшимися 14000-11500 л.н. [Gromig et al, 2019], и активно размывающиеся в настоящее время. По южной периферии также выделяются ледниковые гряды Осташковского оледенения.

Подводя итоги, можно утверждать, что морфоструктура котловины формировалась со времен протерозоя и продолжает формироваться в настоящее время. Сейсмоакустические данные позволяют выделить активные разломы, по которым наблюдаются смещения толщ позднеплейстоценовых и голоценовых отложений. Морфоскульптура дна образовалась лишь в последние 16 000 лет, в поздне- и послеледниковое время. Авторы благодарны М.Ю. Токареву (ЦМИ МГУ) за предоставление сейсмоакустических данных.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-05-00303.

ЛИТЕРАТУРА

- Амантов А.В., Спиридонов М.А. Геология Ладожского озера // Советская геология. 1989. № 4. С. 83-86.
- Семенович Н.И. Донные отложения Ладожского озера. М.-Л.: Наука, 1966. 124 с.
- Суббетто Д.А. Донные отложения озер: Палеолимнологические реконструкции. СПб.: изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 339 с.
- Gromig R., Wagner B., Wennrich V., Fedorov G., Savelieva 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, No. 2. P. 330-348. <https://doi.org/10.1111/bor.12379>
- Naumenko M.A. Lake Ladoga digital bathymetric models: development approaches and insight for limnological investigations // *Limnological Review*. 2020. Vol. 20. No. 2. P. 65-80. <https://doi.org/10.2478/limre-2020-0008>
- Subbeto 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. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(98\)00032-7](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(98)00032-7)

MAPPING OF LAKE LADOGA SUBAQUAL SURFACE

^{1,2}Aksenov A.O., ^{1,3}Rybalko A.E., ⁴Naumenko M.A.

¹ Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

² Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

³VNII Okeangeologia, St. Petersburg, Russia

⁴ Institute of Limnology of Russian Academy of Science, St. Petersburg, Russia

In the research geomorphological scheme of Lake Ladoga with scale 1 : 1 000 000 is presented. Seismoacoustic profiling data and digital elevation model of the basin are used for scheme's composition. It is based on analytical method of geomorphological mapping. As a result, there are a few geomorphological types (2 denudative and 4 accumulative) are distinguished on the basin surface. Furthermore, signs of neotectonic dislocations are fixed, and fluvio-glacial and glacial forms correlating with the Neva stage of the Late Glacial Maximum are observed.

Keywords: *Lake Ladoga, geomorphologic mapping, seismoacoustic profiling, digital elevation model, Late Pleistocene, Holocene.*