

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ДНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

В.М. Анохин¹²³, А.Ю. Егоров¹, А.О. Аксенов⁴⁵, Д.С. Дудакова²,

¹РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

²Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург

³Санкт-Петербургский научный центр РАН, г. Санкт-Петербург, vladanokhin@yandex.ru

⁴ФБГУ АНИИ, г. Санкт-Петербург

⁵СПбГУ, г. Санкт-Петербург

SOME PROBLEMS OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF THE LADOGA LAKE BOTTOM

V.M. Anokhin¹²³, A.Y. Egorov¹, A.O. Aksenov⁴⁵, D.S. Dudakova²

¹Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg,

²Limnology Institute RAS, St. Petersburg

³St. Petersburg Research Centre RAS, St. Petersburg

⁴Arctic and Antarctic research Institute, St. Petersburg

⁵St. Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация Проведен краткий сравнительный анализ нескольких батиметрических основ и геоморфологических схем дна Ладожского озера. Обозначены их достоинства и недостатки. Сделаны выводы о возможных путях преодоления проблем геоморфологического картирования дна Ладожского озера.

Ключевые слова: рельеф, батиметрия, геоморфология, картирование, Ладожское озеро.

Введение

Изучением рельефа дна Ладожского озера занимался ряд организаций, в числе которых значительный вклад внесли ВСЕГЕИ, Севзапгеология, ВНИИОкеангеология, ИНОЗ РАН, АНИИ, СПбГУ, Институт водных проблем РАН и многие другие.

Результаты исследований были опубликованы в многочисленных статьях и монографиях, в частности, таких, как работы С.В. Калесника [10], А.В. Амантова [1, 2], сборник ВНИИОкеангеология «Геоэкология Ладожского озера» [7], сборник под редакцией Г.С. Бискэ [12], один из томов многотомника «Истории озер СССР», посвященный Ладожскому озеру [9], ряд монографий и атласов, созданных ИНОЗ РАН [11, 13], геоморфологическая схема из комплекта ГГК-1000 [8], и другие работы, в т.ч. [17]. Авторы также имеют несколько публикаций, относящихся к данной теме [3, 4, 5, 6, 15, 16].

Современные геоморфологические картографические построения по дну Ладожского озера сталкиваются с рядом проблем, среди которых наиболее серьезными представляются проблемы методологии, выбора масштаба, батиметрической основы и форм картографического представления результатов.

Данная публикация имеет основной целью охарактеризовать эти проблемы, что, на взгляд авторов, может способствовать качественной актуализации геоморфологических построений по дну Ладожского озера.

Объект и методика

Дно Ладожского озера имеет довольно сложный рельеф, особенно в своей северной части, расположенной в пределах Балтийского кристаллического щита. Рельеф дна здесь имеет высокую степень расчлененности (перепады глубин 100-200 м) и характеризуется преобладанием линейно – вытянутых форм рельефа в основном северо-западного простирания.

При движении на юго-восток склоны кристаллического щита полого погружаются под осадочный чехол Русской платформы, кристаллические породы перекрываются все более мощной толщей осадочных рифейских, вендских и фанерозойских отложений. Рельеф становится менее расчлененным (перепады глубин 1-10 м). Формы теряют четкую направленность и линейность.

В настоящее время существует ряд карт и схем геоморфологического содержания, более, или менее успешно отражающих особенности рельефа дна Ладоги.

В данной публикации предпринята попытка сравнительного анализа некоторых из них для выделения наиболее отвечающих задачам геоморфологического картографирования дна Ладожского озера методических приемов.

Результаты и обсуждение

Первая проблема, с которой сталкивается построение геоморфологической карты – выбор батиметрической основы. В настоящее время в поле зрения авторов имеется три основных варианта цифровой модели рельефа (ЦМР) дна Ладожского озера. Это ЦМР, разработанная в ИНОЗ РАН (М.А. Науменко [14, 19]), модель, созданная во ВСЕГЕИ (А.В. Амантов) и ЦМР, составленная специалистами ГУП РК «Карельская ГЭ» в сотрудничестве с ИНОЗ РАН (С.Н. Юдин, Д.С. Дудакова).

Каждая из этих моделей имеет достоинства и недостатки. Они несколько различаются подходами к построению, количеством базовых точек с фиксированными глубинами, степенью детализации в разных районах озера, информацией по береговой зоне и пр.

При всех различиях между рассматриваемыми ЦМР, судя по построенным на их основе батиметрическим картам, все три модели близки по информативности. Тем не менее, карты и схемы, построенные на разных основах, могут существенно отличаться друг от друга.

На рис. 1 приводятся 4 варианта геоморфологических схем (общих видов) дна Ладожского озера [2, 6, 8, 15]. Построение первой из них изначально было ориентировано на масштаб 1:500 000, три другие - на масштаб 1:1 000 000, что отразилось на насыщенности схем информацией. Схемы А и Б составлены на основе ЦМР М.А. Науменко, В и Г – на основе ЦМР А.В. Амантова. У всех этих схем имеется нечто общее – хорошо отделяются друг от друга северная существенно денудационная и южная в основном аккумулятивная части дна озера с некоторой переходной зоной; у всех имеется зона развития сильно

пересеченного линейного грядово-ложбинного рельефа на севере и пологая равнина на юге.

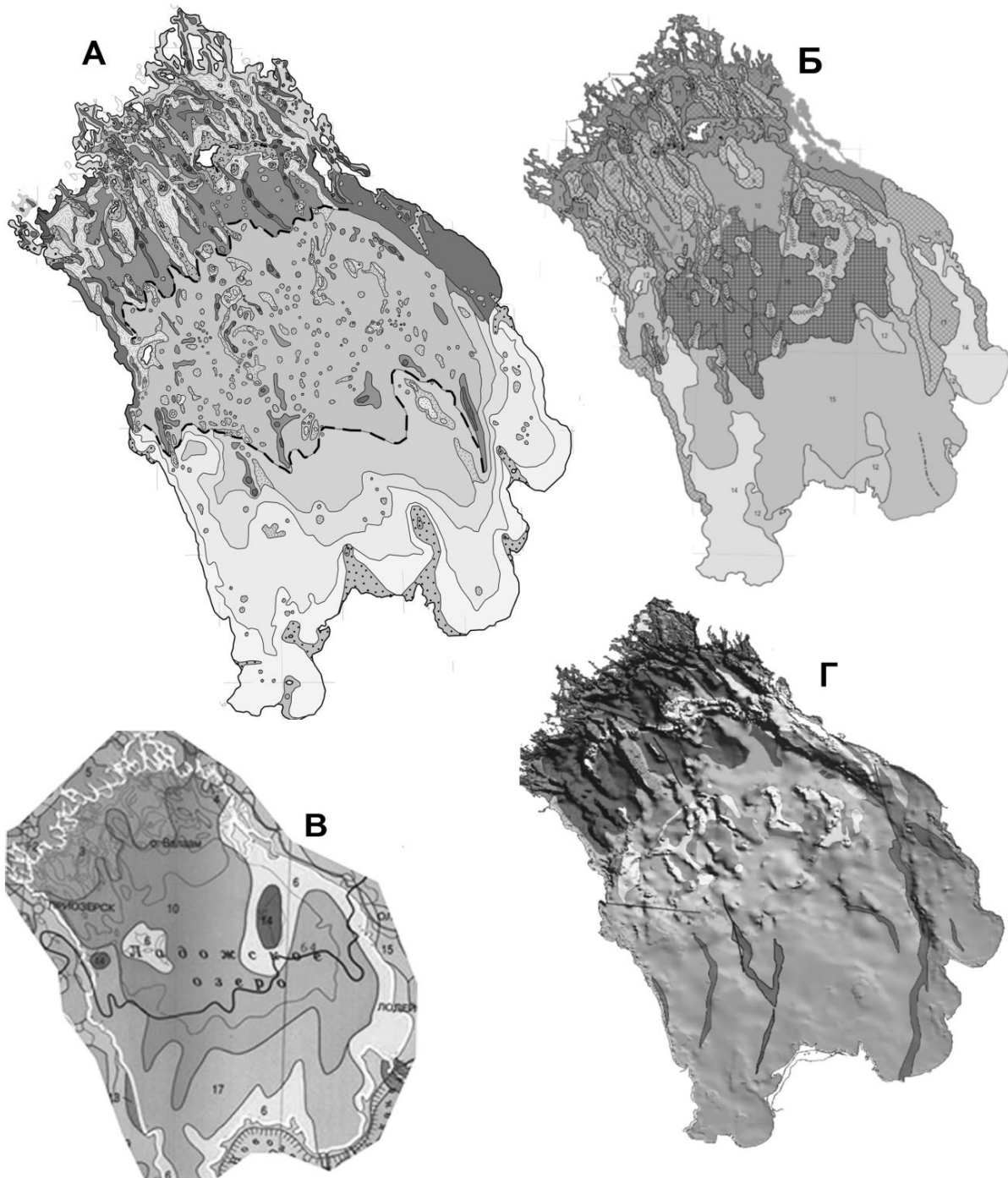


Рис. 1. Сопоставление различных геоморфологических построений по дну Ладожского озера (общие виды):

А - геоморфологическая карта В.М. Анохина и др., 2016 [6], Б – геоморфологическая схема А.О. Аксенова и др., 2020 [15], В – геоморфологическая схема из комплекта ГГК-1000/3 2015 [8], Г – схема геоморфологических типов рельефа А.В. Амантова, М.Г. Амантовой [2].

Однако и различий между схемами довольно много. Одно из наиболее важных – резкое предпочтение морфометрического подхода в ущерб генетическому в схеме А и наоборот, крайне слабое использование особенностей и форм реально существующего донного рельефа и преобладание генетического подхода в схеме В. Наиболее совершенной здесь представляется схема Б, где оба подхода применяются в относительно взвешенном сочетании.

Схема В значительно менее информативна, чем прочие, хотя и привязана к тому же масштабу 1:1 000 000. Это объяснимо, если учесть, что Ладожское озеро на данной схеме является фрагментом значительно более обширной площади листов ГГК-1000 Р-35,36, на которую составлена общая геоморфологическая схема. На схеме В выделены лишь зоны распространения типов рельефа без выделения отдельных, даже крупных форм и без видимой прямой связи с батиметрией.

Наибольшим сходством между собой обладают схемы А и Г (несмотря на различные батиметрические основы), поскольку при составлении этих схем использовался преимущественно морфометрический подход. В схеме Г, в отличие от прочих, авторы выделили сеть крупных погребенных долин в южной части дна, что, как и применение авторами теневого рельефа значительно обогащает геоморфологическую картину юга Ладожского озера.

Из вышеизложенного краткого сравнения видно, что рассмотренные 4 геоморфологические схемы дна Ладожского озера имеют существенные различия в подходах к их составлению, исходном материале и методических приемах. Не вполне ясно, какой схемой лучше руководствоваться при рассмотрении геоморфологических особенностей дна Ладожского озера. Интересен тот факт, что все 4 схемы были изданы в период с 2014 по 2019 гг., т.е. практически в течение последних 5-ти лет. Коллективы специалистов работали в существенной мере параллельно, без серьезной связи друг с другом. Возможно, назрела потребность в более тесном сотрудничестве различных авторских групп, а может быть и объединении ресурсов этих групп для построения новой геоморфологической карты не мельче масштаба 1:500 000 с соответствующим информационным насыщением.

Выводы

Краткое сравнение 4-х существующих геоморфологических схем дна Ладожского озера выявило несколько проблем методического характера, в т.ч. проблему рационального соотношения морфометрического и генетического подходов, выбора батиметрической основы, адекватной масштабу информационной насыщенности и др. Однако наиболее серьезной представляется проблема разобщенности групп специалистов, параллельно разрабатывающих одну тему. Это приводит к появлению геоморфологических построений на один и тот же район, значительно менее качественных, чем они могли бы быть при объединении усилий.

В частности, выбор батиметрической основы осуществляется не из интересов картографирования, а по степени доступности для использования. Такое положение может привести и приводит к серьезным разночтениям в

самой основе геоморфологических построений. Наиболее рациональным выходом здесь представляется суммирование данных по всем трем моделям с созданием общей ЦМР и открытие свободного доступа к ней всех заинтересованных специалистов.

Сходным образом могут быть скоординированы общие геоморфологические построения по Ладожскому озеру. Объединение усилий специалистов и ресурсов различных заинтересованных организаций гарантированно привело бы к появлению новой геоморфологической карты дна Ладожского озера более высокого уровня.

Следующим шагом для геоморфологических исследований котловины Ладожского озера может стать применение геоморфометрического подхода [18] для картирования рельефа дна, изучения неотектонических и литодинамических процессов.

Публикация составлена при поддержке Гостемы ИНОЗ РАН № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

А также Гостемы СПбНЦ РАН 82.1 ФНИ «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

Литература

- [1] *Амантов А.В.* Этапы геологического развития Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. – СПб.: Русское географ. общ-во, 1993. – С. 5-13.
- [2] *Амантов А.В., Амантова М.Г.* Развитие котловины Ладожского озера с позиций ледниковой теории // Региональная геология и металлогения, № 59, 2014. С. 5-14.
- [3] *Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А.* Рельеф дна Ладожского озера и его связь с дизъюнктивами. – Изв. РГО, 2016. Т.148, вып. 2. С. 44-51.
- [4] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О.* Геоморфология и типизация берегов Ладожского озера по данным съемки беспилотного летательного аппарата // Геоморфология. 2019. № 1. С. 25-38.
- [5] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Рыбакин В.Н.* Результаты геолого-геоморфологических исследований дна и берегов Ладожского озера в 2015 – 2019 гг. // Материалы Международной конференции (Школы) морской геологии. М., ИОРАН, 2019.
- [6] *Анохин В.М., Науменко М.А., Субетто Д.А., Нестеров Н.А., Рыбакин В.Н.* Особенности геоморфологического строения дна Ладожского озера. В кн.: География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXXI Герценовские чтения. Т.1. Санкт-Петербург, 2018. С. 442-448.

- [7] Геоэкология Ладожского озера /ред. В.Л. Иванов, В.И. Гуревич. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1995. 209 с.
- [8] Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35,36. Геоморфологическая схема. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015.
- [9] История озер СССР. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Д.Д. Квасов, Г.Г. Мартинсон, А.В. Раукас. Л.: Наука, 1990. 280 с.
- [10] *Калесник С.В.* Ладожское Озеро. Гидрометеоздат. Л., 1968. Система Великих озер Европы. Бассейн Ладожского озера. 149 с.
- [11] Ладога / Ред. В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев. СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.
- [12] Ладожское озеро (развитие рельефа и условия формирования четвертичного покрова котловины)/Отв. ред. Г.С. Бискэ. Петрозаводск: Карелия, 1978. 208 с.
- [13] Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас / В.А. Румянцев, А.И. Сорокин, Н.А. Нестеров. СПб.: Нестор-История, 2015. 199 с.
- [14] *Науменко М.А.* Анализ морфометрических характеристик подводного рельефа Ладожского озера на основе цифровой модели //Известия РАН. Серия географическая, 2013, №1. С. 62-72.
- [15] *Aksenov A.O., Rybalko A.E., Naumenko M.A.* Geomorphology of Lake Ladoga basin. *Limnology and Freshwater Biology* 2020 (4): 492-494 DOI:10.31951/2658-3518-2020-A-4-492SI: «The 4th International Conference Palaeolimnology of Northern Eurasia». Pp. 492-494.
- [16] *Vladimir Anokhin, Dina Dudakova, Mikhael Dudakov, Vladimir Rybakin, Mikhael Naumenko, and Vladimir Ulitchev.* The results of geological and geomorphological studies of the bottom and shores of Lake Ladoga 2015-18 years // *Geophysical Research Abstracts* Vol. 21, EGU 2019-2198-1, 2019 EGU General Assembly 2019 © Author(s) 2018. CC Attribution 4.0 license.
- [17] *Lebas E., R. Gromig, S. Krastel et. al.* Pre-glacial and post-glacial history of the Scandinavian Ice Sheet in NW Russia - Evidence from Lake Ladoga. *Quaternary Science Reviews* 251 (2021) 106637. Pp. 1-17.
- [18] *Lecours V., Dolan M., Micallef A., Lucieer V.* A review of marine geomorphometry, the quantitative study of the seafloor // *Hydrology and Earth Science Systems Sciences*, 20, 2016. Pp. 3207-3244.
- [19] *Naumenko M.A.* Lake Ladoga digital bathymetric models: development approaches and insight for limnological investigations. *Limnological Review* 20 (2). – 2020. Pp. 65-80.

S u m m a r y. A brief comparative analysis of several bathymetric bases and geomorphological schemes of the bottom of Lake Ladoga is carried out. Their advantages and disadvantages are indicated. Conclusions are made about possible ways to overcome the problems of geomorphological mapping of the bottom of Lake Ladoga.