

СЕКЦИЯ СЕВЕРО-ЗАПАД

doi:10.24411/2687-1092-2020-10740

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕРЕГОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА ПО ДАННЫМ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

^{1,2}Аксенов А.О., ¹Большиянов Д.Ю., ¹Большиянова О.Д., ³Селиванов Н.С., ⁴Дудаков С.М.

¹ ФГБУ «АНИИ», Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

³ РГПУ имени А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

⁴ без аффилиации, Санкт-Петербург, Россия

В работе представлены данные о береговых формах Ладожского побережья, собранные в течение нескольких лет. Они основаны на методе геоморфологического профилирования. Рассмотрены участки на западном и северном побережьях озера. Полученные данные позволяют уточнить историю колебаний уровня Ладожского озера. Выделяется 4 террасы, которые коррелируются соответственно с: современным уровнем озера, подъемом вод в отрезке от 2000 до 600 лет, «Ладожской» позднеголоценовой трансгрессией, «Анциловой» раннеголоценовой трансгрессией.

Ключевые слова: *Ладожское озеро, геоморфологическое профилирование, голоцен, береговые формы рельефа, колебания уровня воды.*

Введение. Исследованиям колебаний уровня воды в Ладожском озере посвящено немало исследований. Работы, основанные на геоморфологических методах реконструкции колебаний водоема, публиковались в XX веке [Ailio, 1915; Нууррә, 1943; Кошечкин, 1990]. На данный момент история развития озера, в основном, исследуется на основе изучения донных отложений прибрежных озер методом изолированных бассейнов [Saarnisto, 2012; Кузнецов и др., 2015; Сапелко и др., 2018] и разрезов отложений водоема методами четвертичной геологии [Бобровникова, Шитов, 2019; Шитов и др., 2019]. Согласно имеющемуся представлению, в голоценовой истории развития Ладожского озера выделяются две крупные трансгрессии [Квасов, 1990]. Первая, начавшаяся еще в раннем голоцене, коррелируется с Анциловой трансгрессией в Балтийском море. Вторая, именуемая Ладожской трансгрессией, происходила в позднем голоцене и является независимой от других бассейнов фазой подъема вод.

В прошлом году авторами в материалах этой конференции были опубликованы данные бурения торфяников, расположенных по побережью Ладожского озера [Аксенов, Большиянов, 2019]. Результаты этих исследований были неоднозначными. Это послужило поводом для дальнейших исследований озера. В данной работе будут представлены материалы геоморфологического профилирования, полученные на нескольких участках побережья Ладожского озера.

Методика исследования. Материал собран в ходе нескольких самостоятельных выездов 2019-2020 годов, практик 2014-2015 годов студентов кафедры геоморфологии СПбГУ, а также экспедиции Института Озероведения РАН «Ладожские шхеры» 2020 г. Данные профилирования получены на основе нивелирования. Для этого был использован оптический нивелир с компенсатором ГЕОВОХ №8-26 со стандартным квадратным отклонением $\pm 2,0$ мм на 1 км. Нивелирный ход проложен речным способом либо от уреза воды, либо от какого-либо репера. Все нивелировки приведены к абсолютным значениям высоты по водомерному посту в поселке Моторное [Большиянов, 2018].

Результаты. Для данного исследования были выбраны несколько участков: Тайпаловский залив, Владимировский залив, бухта Моторная и остров Ристисаари (Рис. 1). Данные нивелирования для Тайпаловского и Владимировского заливов подкреплены результатами бурения торфяников. Также в нескольких шурфах отобраны образцы на радиоуглеродное датирование.



Рис. 1. Местоположение изученных объектов. I – Тайпаловский залив; II – Владимировский залив; III – бухта Моторная; IV – остров Ристисаари

Тайпаловский залив расположен на западном берегу Ладожского озера, в устье реки Бурной. Нивелирный профиль проложен от автодороги до уреза воды в озере. На нем выделяются несколько террас с песчаными береговыми валами, замыкаемых крупным баром (Рис. 2, I). Подошва внешнего склона бара находится на высоте 15,7 м, внутреннего – 14,5 м, его гребень – на высоте 19,9 м. От берегового бара выделяются три террасы. Первая – современный пляж, начинается от уреза воды и замыкается небольшим баром. Отметка тылового шва террасы равна 6,6 м. Вторая терраса прослеживается до высоты 9,0 м и осложнена небольшими береговыми валами. Вслед за ней идет терраса с более крупными валами вплоть до бара. Подошва внешнего склона бара находится на высоте 15,7 м, внутреннего – 14,5 м, его гребень – на высоте 19,9 м. После бара прослеживается 14-15 м терраса, на которой накапливается торфяник болота Тройного. Из него нами были отобраны два керна. Абсолютная высота точки отбора – 15,3 м. По подстилающим пескам и гиттиям кернов, на высоте 11 м были получены две датировки – 6 510±160 лет (ЛУ-9573) и 6 910±120 лет (ЛУ-9571) соответственно. Поверх этих отложений также фиксируются гиттии и алевриты с возрастом 2 600±110 лет (ЛУ-9568) и 2 590±90 лет (ЛУ-9574). В шурфе на высоте 15,0 м, заложенном между баром и скважинами, под 1,4 м торфа фиксируются пески. Возраст подошвы торфа составляет 4 660±100 лет (ЛУ-9572).

Владимировский залив также находится на западном побережье озера, севернее Тайпаловского. Нивелирный ход по ее побережью был проложен от болота Котасуо до уреза. Здесь также наблюдаются несколько террас (Рис. 2, II). Современная терраса здесь плохо выражена. Высота тылового шва второй террасы равна 9,8 м. Следующая за ней терраса имеет отметку тылового шва 14,6 м. На последней террасе расположено болото Котасуо. Эта терраса с ближнего к озеру склона ограничена береговым баром с высотой подножия 17,5 м и высотой гребня 20,3 м. Болото расположено на высоте 19,2 м. У подножия берегового вала здесь была пробурена скважина ручного бурения. С глубины 2,8 м, то есть на абсолютной отметке 16,4 м, под торфяными отложениями залегают пески с органикой, из которых была получена датировка 6 630±140 лет (ЛУ-9560).

Моторная бухта расположена недалеко от Приозерска. В 2014-2015 годах здесь проводились практики кафедры геоморфологии СПбГУ. Одним из результатов этих практик является геоморфологический профиль бухты (Рис. 2, III). Первая терраса представлена пляжем полного профиля с береговым валом высотой 1,5 м. За ней выделяются поверхности с высотами тыловых швов 9,8 и 12,5 м. Далее фиксируется терраса с небольшими береговыми валами. Отметка ее тылового шва составляет 15,3 м. На этой террасе был заложен метровый шурф в торфяных отложениях вплоть до песков. Из подошвы торфа получен возраст 2 570±50 лет (ЛУ-5388). Последняя терраса состоит из нескольких береговых валов, замыкаемых бенчем с абразионным клифом, выработанным в флювиогляциальном уступе. Высота тылового шва бенча равна 21,1 м.

Геоморфологический профиль на острове Ристисаари получен в ходе экспедиции «Ладожские шхеры» Института Озероведения РАН в 2020 г. Остров расположен в северной части озера, в архипелаге Ладожские шхеры. На его западном берегу, в понижении между двумя грядами были найдены галечно-гравийными береговые валы, замыкаемые абразионной террасой, сложенной валунником. Тыловой шов современной террасы находится на высоте 6,23 м, второй террасы – 7,98 м. Вплоть до абразионной террасы наблюдаются несколько валов. Сама терраса расположена на высоте 14,3-16,1 м. После нее следует понижение в сторону другого берега. Здесь тоже фиксируется небольшая терраса, замыкаемая береговым валом. Высота ее тылового шва равна 13,9 м.

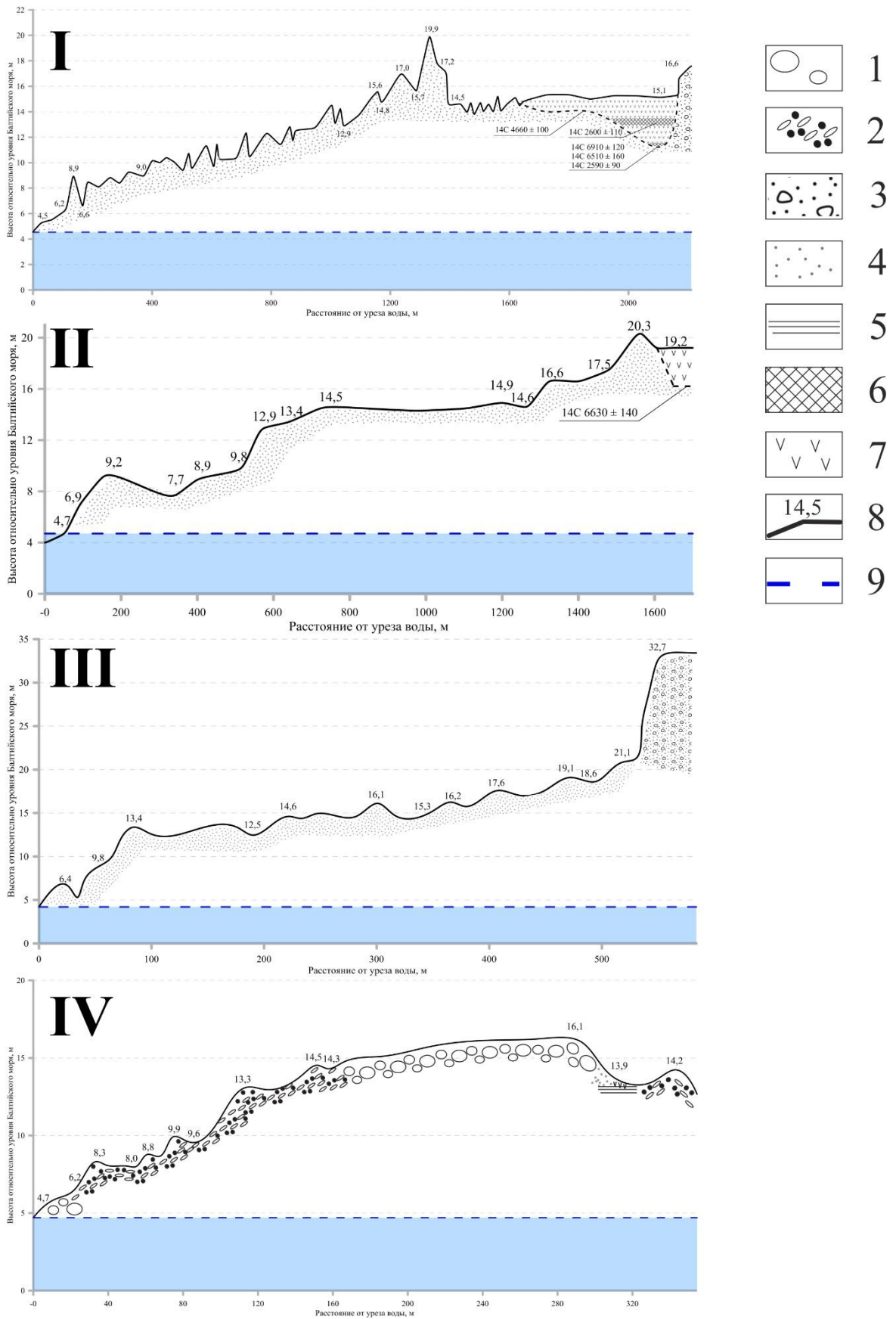


Рис. 2. Геоморфологические профили исследованных объектов. I – Тайпаловский залив; II – Владимирский залив; III – бухта Моторная; IV – остров Ристисаари. Условные обозначения: 1 – валуны; 2 – галечно-гравийные отложения; 3 – галечно-песчаные отложения; 4 – пески; 5 – глины; 6 – гиттии; 7 – торф; 8 – отметки высот нивелирного хода; 9 – уровень озера

Выводы. На основе полученного материала мы можем утверждать следующее:

1) Отложения, имеющие возраст $6\ 630 \pm 140$ лет во Владимировском заливе и отобранные у подножия берегового бара, относятся к осадкам, формировавшимся при регрессии озера, когда формировался бар. То есть эта датировка является возрастом начала регрессивного этапа раннеголоценовой трансгрессии Ладожского озера. К этому же этапу относятся и отложения, подстилающие болото Тройное в Тайпаловском заливе. Но при этом явно прослеживается несоответствие высот залегания этих осадков – 16,6 м и 11,1 м соответственно.

2) Терраса 14-15 м в бухте Моторной имеет возраст позднеголоценовой трансгрессии. Следовательно, вышележащая терраса соответствует раннеголоценовому подъему вод. Максимуму этой фазы соответствует абразионный бенч в бухте Моторной. Эта стадия, по литературным источникам, происходила в интервале 8 800-8 600 л.н. [Кошечкин, Экман, 1993; Квасов, 1990].

3) В болото Тройное в Тайпаловском заливе воды Ладожской трансгрессии не проникали. Гиттии и алевриты, соотносящиеся с этим временем, являются лагунными отложениями, которые формировались в закрытой обстановке. Возраст начала торфонакопления $4\ 660 \pm 100$ лет также подтверждает этот тезис. При этом, береговой бар и прилегающие к нему валы, скорее всего, относятся к образованиям этой трансгрессии. Тогда отложения, подстилающие их и болото, являются более древними и относятся к возрасту первой трансгрессии.

4) Высота абразионной террасы на острове Ристисаари соотносится с высотой террас Ладожской трансгрессии на других участках, однако утверждать об этом, без подкрепления датированием.

5) Высота береговых линий позднеголоценовой трансгрессии, на всех изученных объектах колеблется от 14,5 до 15,7 м. Этот разброс возникает в результате различных условий проявления прибойных процессов, формирующих береговые отложения. Высота прибоя в Ладожском озере колеблется от 0,9 до 1,1 м [Ладожское озеро и ..., 2015].

6) Возраст максимума Ладожской трансгрессии, по литературным источникам [Малаховский и др., 1993(б); Шитов, 2007; Delusin & Donner, 1995] и полученным нами данным, составляет 2 800-2 600 лет.

7) После Ладожской трансгрессии также происходили колебания уровня, проявившиеся в наличии более низких террас. Определить их возраст точно не получается, скорее всего они коррелируются с молодыми датировками, приведенными в некоторых работах [Шитов и др., 2005; Малаховский и др., 1993(а); Аксенов, Большианов, 2019] в интервале от 2000 до 600 лет.

8) На побережье Ладожского озера выделяются 4 основные террасы с максимальными уровнями 6,6 м, 9,8 м, 15,7 м и 21,1 м.

ЛИТЕРАТУРА

Аксенов А.О., Большианов Д.Ю. Новые сведения о позднеголоценовой Ладожской трансгрессии по данным полевых исследований // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Материалы ежегодной конференции по результатам экспедиционных исследований. 2019. Выпуск 6. С. 184-191. doi:10.24411/2687-1092-2019-10628

Бобровникова Е.М., Шитов М.В. Свирская лагунно-баровая система (поздний голоцен, Юго-Восточное Приладожье) // Труды Кольского Научного центра, 2019. №6-1. с. 42-51. doi: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.006

Большианов Д.Ю. Современные многолетние колебания уровня Ладожского озера и возможная причина Ладожской трансгрессии позднего голоцена // Известия русского географического общества. 2018. т. 150. Вып. 4. с. 15-31.

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.

Кошечкин Б.И. Геоморфология береговой зоны // История озер СССР. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки, 1990. с. 22-26.

Кошечкин Б.И., Экман И.М. Голоценовые трансгрессии Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. СПб.: РАН, РГО, 1993. с. 49-60.

Кузнецов, Д.Д., Субетто, Д.А., Сапелко Т.В., Лудикова А.В. Гидрографическая сеть северной части Карельского Перешейка в голоцене по данным о строении отложений малых озер // Геоморфология. 2015. № 1. С. 54-69. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2015-1-54-69>

Ладожское озеро и достопримечательности. Атлас. / В.А. Румянцев. СПб: Нестор-История, 2015. 200 с.

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. СПб.: РАН, РГО, 1993. с. 61-73.

Малаховский Д.Б., Арсланов Х.А., Гей Н.А., Джиноридзе Р.Н. Новые данные по истории возникновения Невы // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. СПб.: РАН, РГО, 1993. с. 74-84.

Сапелко Т.В., Терехов А.В., Амантов А.А. Ладожская трансгрессия: реконструкция финальной стадии и последующего спада в северной части озера // Региональная геология и металлогения, 2018. № 75. С. 23-34.

Шитов М.В. Голоценовые трансгрессии Ладожского озера. Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. СПб.: СПбГУ, 2007. 17 с.

Шитов М.В., Бискэ Ю.С., Плешивцева Э.С., Мараков А.Я. Позднеголоценовые изменения уровня Волхова в районе Старой Ладогои // Вестник Санкт-Петербургского Университета. Серия 7. 2005. Вып. 4. С. 3-16.

Шитов М.В., Бискэ Ю.С., Плешивцева Э.С., Потапович А.А., Сумарева И.В. Стоянки А.А. Иностранцева и голоценовая тектоника Южного Приладожья. Геологический контекст // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2019. Т. 64. Вып. 4. С. 628-650. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2019.408>

Ailio U. Die Geographische entwicklung des Ladogasees in postglazialer zeit und ihre beziehung zur steinzeitlichen besiedelung // Fennia. 38. Helsingfors, N 3, 1915. 157 p.

Delusin I., Donner J. Additional evidence of the Holocene transgression in Lake Ladoga on the basis of an investigation of the beach deposits on the island Mantsinsaari // Bull. Geol. Soc. Finland 67, Part II, 1995. pp. 39-50.

Нуурпää E. Beitrage zur Kenntnis der Ladoga- und Ancylosttransgressionen // Bul. Comm. Geol. Finlande, 1943. Vol. 128. P. 139-178.

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

RESULTS OF LAKE LADOGA SHORE FORMATIONS INVESTIGATION OBTAINED WITH DATA OF GEOMORPHOLOGIC PROFILING

^{1,2}*Aksenov A.O.*, ¹*Bolshiyarov D.Yu.*, ¹*Bolshiyarova O.D.*, ³*Selivanov N.S.*, ⁴*Dudakov S.M.*

¹ Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

² Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

³ Herzen State Pedagogical Institute, St. Petersburg, Russia

⁴ without affiliation, St. Petersburg, Russia

In this research data about shore formations of Lake Ladoga is presented. It was collected during several years. Materials are based on geomorphologic profiling methods. The areas on the western and northern shores of the lake are examined. Four terraces are distinguished. They can be correlated with modern water-level, water-rise about 2000-600 BP, Late Holocene Ladoga transgression and Early Holocene Ancylus transgression.

Keywords: *Lake Ladoga, geomorphologic profiling, Holocene, shore formations, water-level fluctuations*