

doi: 10.24412/2687-1092-2023-10-369-376



СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВНУТРЕННИХ ОЗЕР ОСТРОВОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА СВЯТОГО СЕРГИЯ (ОСТРОВ ПУТСАРИ)

✉ Кузнецов Д.Д.^{1,2}, Лудикова А.В.¹, Субетто Д.А.², Герасимов Д.В.³, Тараканов А.С.⁴,
Бутов И.И.²

¹Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

²РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

³Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, Санкт-Петербург, Россия

⁴Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

✉ dd_kuznetsov@mail.ru

Палеолимнологические исследования Института озероведения РАН на внутренних озерах островов Ладожского озера проводятся с 1990-х гг. Выявлены стратиграфические особенности строения их отложений, связанные с историей их развития – преобразованием заливов крупных бассейнов (Балтийского ледникового озера, Ладожского озера) в обособленные водоемы. В ходе экспедиционных работ текущего года повторно отобраны колонки из озера Св. Сергия (Лауринлампи) на острове Путсари. Стратиграфия разреза иллюстрирует основные этапы развития водоемов, существовавших здесь в позднеледниковье-голоцене.

Ключевые слова: *Путсари, озеро Святого Сергия, озеро Лауринлампи, голоцен, метод изоляционных бассейнов*

Гляциоизостатическое поднятие Приладожья в поздне- и послеледниковье привело к тому, что в строении донных отложений малых озер этой территории, расположенных на относительно низких абсолютных отметках, четко фиксируются этапы развития этих озер, связанные с процессами изоляции от крупных бассейнов – как собственно современного Ладожского озера, так и предшествующих его появлению водоемов – Анцилового и Балтийского ледникового озер [Кузнецов и Субетто, 2019]. Это позволяет применять в реконструкциях перемещения береговой линии крупных палеоводоемов метод изоляционных бассейнов [Лудикова и др., 2016]. При этом одним из условий является нахождение исследуемых разновысотных озер на территории с одинаковой амплитудой гляциоизостатического поднятия для исключения ошибки, связанной с неравномерной скоростью неотектонических движений. Небольшие острова с внутренними озерами представляют собой потенциальные ключевые участки для применения данного метода.

Колонки донных отложений отбирались ранее в северной части Ладожского озера на островах Валаам [Vuorela et al., 2001, Марков, 2011, Saarnisto, 2012], Кильпола [Saarnisto and Grönlund, 1996], Лункулансари [Газизова и Сапелко, 2020], Путсари [Лудикова и др., 2005, Сапелко и др., 2014], Риеккалансари [Alenius et al., 2004] (рис. 1).

Первые палеолимнологические исследования на острове Путсари проводились в 2002-2005 гг. экспедицией Института озероведения РАН под руководством Д.А. Субетто. Одним из результатов явилось установление времени изоляции озера Св. Сергия, расположенного на отметке 15 м над у.м. [Лудикова и др., 2005] (рис. 2). В 2009-2011 гг. были отобраны колонки донных отложений трех озер, расположенных на более высоких абсолютных отметках, проведено нивелирование с целью установить абсолютные отметки озер острова, выполнены аналитические работы, в т.ч. радиоуглеродное датирование [Сапелко и др., 2014].

Остров Путсари является одним из крупнейших островов северного Приладожья. Для него характерен сильно пересеченный сельговый рельеф, максимальная отметка около 90 м над у.м. На поверхность выходят породы кристаллического фундамента. Распространены обвальные процессы. Встречаются обрывы высотой до 20-30 м. Характер

растительного покрова отличается четкой ярусностью. Вершины сельг покрыты лишайниками с единичными древесными, как правило, сосной. На склонах развиваются редкие сосняки с примесью можжевельника и мелколиственных пород. Межсельговые понижения заняты преимущественно еловыми и смешанными, иногда заболоченными, лесами. На острове расположено семь внутренних озер, часть которых сильно зарастает.

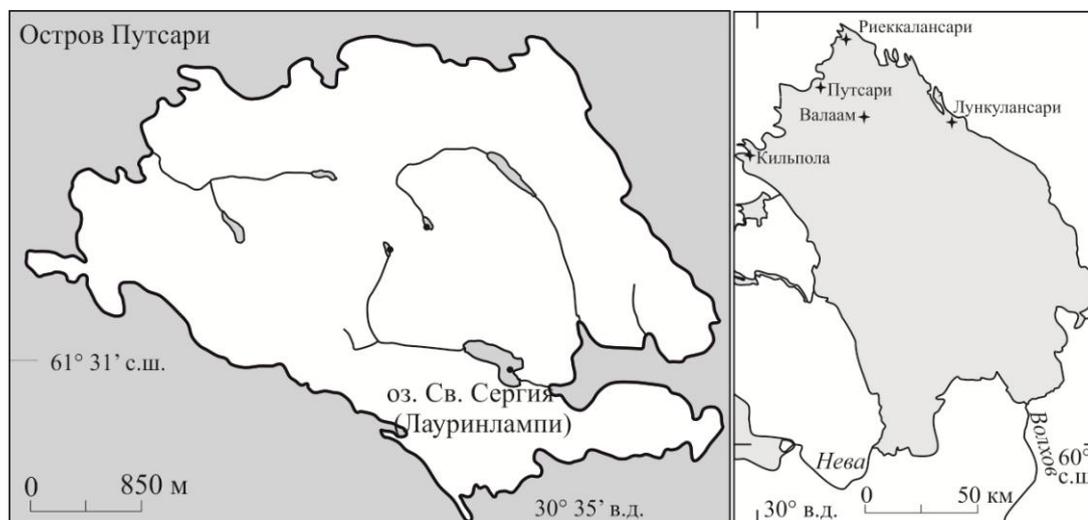


Рис. 1. Местоположение изученных разрезов.

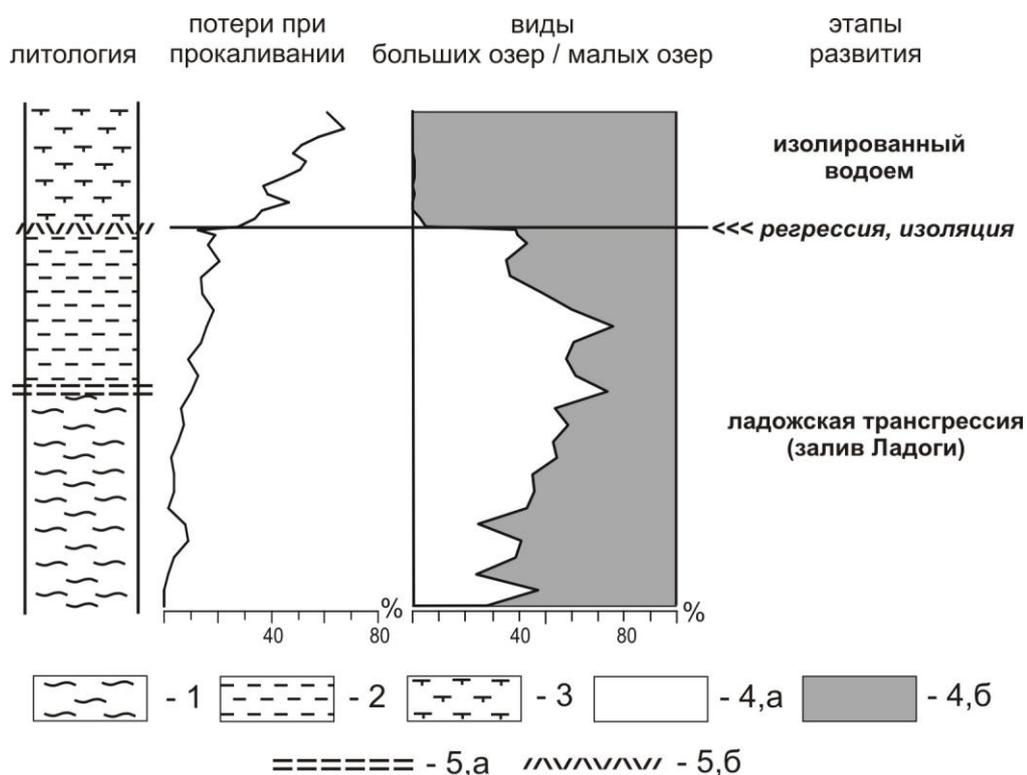


Рис. 2. Изменения состава донных отложений, содержания органического вещества и соотношения индикаторных ладожских видов и видов малых озер в составе диатомовых комплексов при переходе от условий крупного бассейна к условиям малого изолированного водоема (озеро Св. Сергия). Условные обозначения: 1 – глинистый алеврит, 2- алевритовая гиттия, 3 – детритовая (торфянистая) гиттия; 4 – процентное содержание диатомей: а – «видов больших озер», б – «видов малых озер»; 5 – характер литологических границ: а – постепенная, б – резкая (из [Лудикова и др., 2016]).

Стратиграфия разрезов донных отложений озер острова Путсари следующая. В нижней части вскрыты опесчаненные и ленточные глины, которые формировались во время существования здесь Балтийского ледникового озера (БЛО), реликтами которого является большинство озер Приладожья, а также современное Ладожское озеро. После спуска БЛО около 11700 кал. л.н. большая часть территории современного северного Приладожья осушается, лишь в замкнутых котловинообразных понижениях формируются изолированные озера, где начинают накапливаться осадки, содержание органического вещества в которых растет. Гомогенные глины, алевритовые глины и глинистые алевриты с увеличивающейся долей органического вещества продолжают формироваться в условиях крупных олиготрофных бассейнов (Анцилового озера, Ладожского озера), при этом отдельные их заливы в ходе гляциоизостатического поднятия трансформируются в изолированные водоемы. Литологическим сигналом изоляции служит резкое увеличение содержания органического вещества в осадке, что выражается в изменении цвета в сторону темно-бурого. Данная граница может быть резкой или эрозионной, но на большей глубине может наблюдаться переходный горизонт (серого цвета с тонкой черной слоистостью).

Радиоуглеродное датирование начала формирования гиттии в озерах острова Путсари, связанного с завершением процесса изоляции, позволило оценить скорость вертикального перемещения береговой линии Ладожского озера в начале голоцена в 1 см/год (рис. 3).

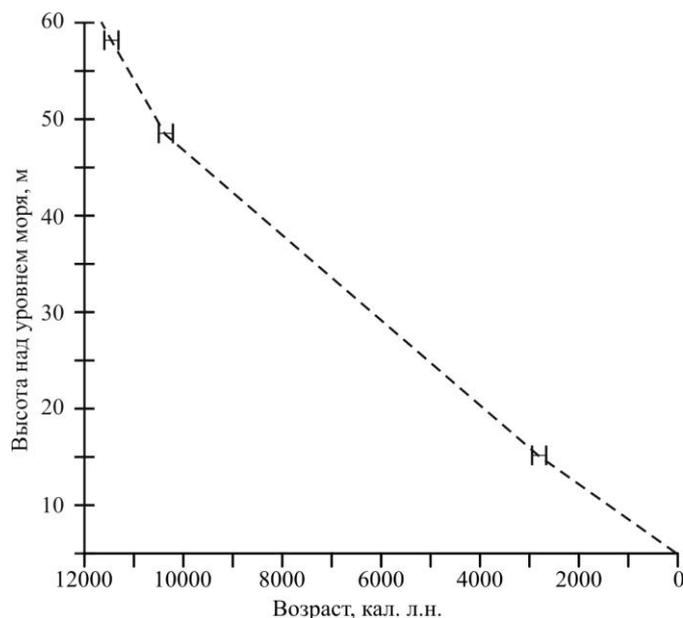


Рис. 3. Зависимость начала формирования гиттии от гипсометрического положения изученных озер острова Путсари (по данным из [Лудикова и др., 2005; Сапелко и др., 2014])

В июле 2023 г. в озере Св. Сергия были отобраны колонки донных отложений в 2-х точках с теми же координатами, что и точки пробоотбора 2005 г. Стратиграфия разрезов и фотографии характерных горизонтов представлены на рисунках 4 и 5. Глубины в точках пробоотбора составили 3,7 и 6,2 м, тогда как в аналогичных точках 2005 г. глубины составляли 2,5 и 5,4 м. Показанные на рисунке 4 даты фиксируют смену условий большого холодного олиготрофного пресноводного бассейна (залива Ладожского озера), в котором формируются осадки с преобладанием минерального вещества, условиями малого озера с незначительным стоком и формированием органогенных илов (рис. 5).

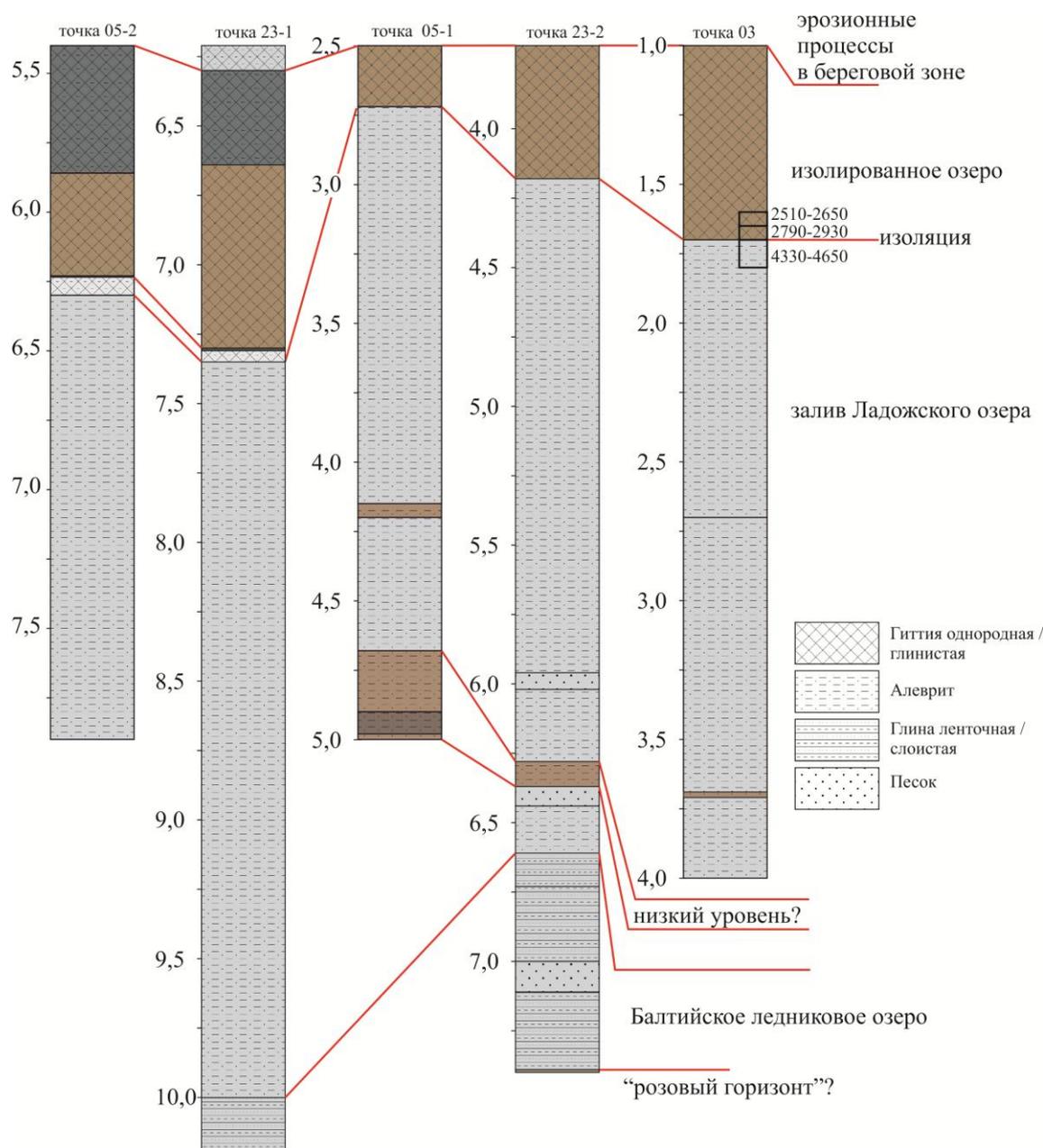


Рис. 4. Строение донных отложений внутренних озер острова Путсари, по [Лудикова и др., 2005; Кузнецов и Субетто, 2019] и данным 2023 года.

Последние ~15-20 лет гидрографическая сеть острова Путсари значительно преобразуется деятельностью бобров, плотины которых на ручьях, вытекающих из внутренних озер, препятствуют стоку, что ведет к подъему уровня этих озер. Так, за прошедшие 18 лет уровень озера Св. Сергия поднялся на ~1 м, что привело к затоплению низменных участков берега и гибели росшего здесь леса (рис. 6). Аналогичная ситуация отмечена и на других внутренних озерах острова.

Повышение уровня озера в результате подпруживания стока привело к образованию горизонта серой гиттии мощностью 9 см, зафиксированного в ходе пробоотбора летом 2023 г. В колонке донных отложений, отобранных в той же точке в 2005 г., горизонт серой гиттии отсутствует, верхняя часть разреза сложена темно-бурой (черной) гиттией. Т.о. эрозия берегов, вызванная их затоплением, привела к формированию отложений со скоростью около 5 мм/год. Данный тип осадка обнаружен только в глубоководной части озера, в прибрежной части строение верхней части разреза и в 2005 и в 2023 гг. идентично.

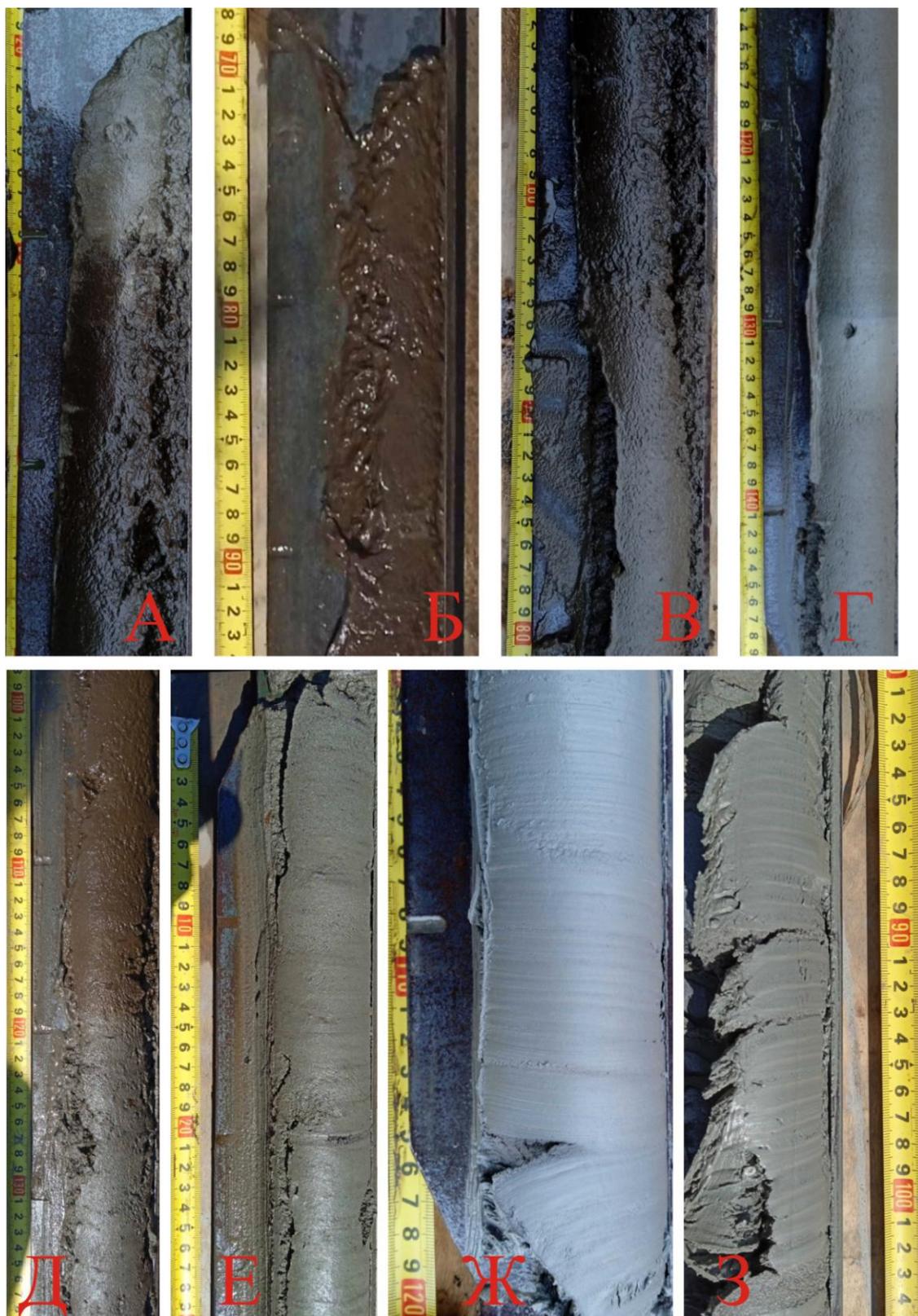


Рис. 5. Фотографии характерных горизонтов (А и Б – верхняя часть отложений в точках 23-1 и 23-2, соответственно; В – переход по цвету в верхней части отложений в точке 23-1; Г и Д – изоляция от Ладожского озера в точках 23-1 и 23-2, соответственно; Е – ладожские отложения; Ж – микрослоистые глины; З – ленточные глины)



Рис. 6. Затопленный в результате запруживания стока лес на юго-западном берегу озера Св. Сергия (остров Путсари)

Авторы благодарны команде НИС «Посейдон» за помощь в проведении экспедиционных работ. Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН по теме № 0154-2019-0001, и Государственного задания Министерства просвещения РФ для РГПУ им. А.И. Герцена No VRFY-2023-0010.

ЛИТЕРАТУРА

Газизова Т.Ю., Сапелко Т.В. Обоснование значения пыльцы макрофитов для палеолимнологических реконструкций на примере озер о. Лункулансаари на северо-востоке Ладожского озера // Биосфера. 2020. № 4. С. 21-30. doi: 10.24855/biosfera.v12i4.566

Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А. Стратиграфия донных отложений озер Карельского перешейка. М.: ГЕОС, 2019. 120 с.

Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А., Сапелко Т.В. Использование метода «изоляционных бассейнов» при реконструкции изменений уровня Ладожского озера // Всероссийская конференция по крупным внутренним водоемам (V Ладожский симпозиум). Сборник научных трудов конференции. СПб.: Изд-во «Лема», 2016. С. 247-253.

Лудикова А.В., Субетто Д.А., Давыдова Н.Н., Сапелко Т.В., Арсланов Х.А. Колебания уровня Ладожского озера в голоцене (на основе палеолимнологических исследований оз. Святого Сергия на о. Путсаари) // Известия РГО. 2005. Т. 137. Вып. 6. С. 34-41.

Марков В.Е. Геоэкологические исследования донных отложений внутренних водоёмов Валаамского архипелага // Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. 2011. №138. С.95-100.

Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Корнеевкова Н.Ю., Денисенков В.П., Лудикова А.В. Палеолимнология внутренних озер острова Путсаари (Ладожское озеро) // Известия РГО. 2014. Т. 146. Вып. 3. С.29-40.

Alenius T., Grönlund E., Simola H., Saksa A. Land-use history of Riekkalansaari Island in the northern archipelago of Lake Ladoga, Karelian Republic, Russia // Veget Hist Archaeobot. 2004. № 13. P. 23-31. doi: 10.1007/s00334-003-0030-7

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. doi: 10.1016/j.quaint.2011.09.005

Saarnisto M., Grönlund T. Shoreline displacement of Lake Ladoga – new data from Kilpolansaari // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. C. 205-215. doi: 10.1007/BF00031829

Vuorela I., Lempiäinen T., Saarnisto M. Land use pollen record from the Island of Valamo, Russian Karelia // Ann. Bot. Fennici. 2001, 38, p. 139-165.

STRATIGRAPHIC FEATURES OF LAKE SEDIMENTS OF INLAND LAKES ISLANDS OF LAKE LADOGA

Kuznetsov D.D.^{1,2}, Ludikova A.V.¹, Subetto D.A.², Gerasimov D.V.³, Tarakanov A.S.⁴, Butov I.I.²

¹Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

²Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

³Museum of Anthropology and Ethnography of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

⁴Institute of Linguistics, Literature and History of Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk, Russia

Paleolimnological studies of the Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences on the islands of Lake Ladoga have been carried out since the end of the XX century. The revealed stratigraphic changes of the sediments of the small lakes located on the islands, are associated to their late- and postglacial evolution: the transformation of the bays of large basins (Baltic Ice Lake, Lake Ladoga) into the isolated water bodies. During the fieldwork campaign of this year, the sediment cores from Lake St. Sergey (Laurinlampi) at the Putsari Island were re-collected. The stratigraphy of the sediment sections illustrates the main stages of the evolution of the basins that existed here in the Lateglacial and the Holocene.

Keywords: *Putsari, Lake Saint Sergey, Lake Laurinlampi, the Holocene, isolation basins approach*

REFERENCES

Gazizova T.Yu., Sapelko T.V. Justification of the importance of macrophyte pollen for paleolimnological reconstructions using the example of lakes on Lunkulansaari in the northeast of Lake Ladoga // Biosphere. 2020. No. 4. pp. 21-30. doi: 10.24855/biosfera.v12i4.566

Kuznetsov D.D., Subetto D.A. Stratigraphy of bottom sediments of lakes of the Karelian Isthmus. M.: GEOS, 2019. 120 p.

Ludikova A.V., Kuznetsov D.D., Subetto D.A., Sapelko T.V. Using the “isolation basins” method in reconstructing changes in the level of Lake Ladoga // All-Russian Conference on Large Inland Reservoirs (V Ladoga Symposium). Collection of scientific papers of the conference. St. Petersburg: Lema Publishing House, 2016. pp. 247-253.

Ludikova A.V., Subetto D.A., Davydova N.N., Sapelko T.V., Arslanov Kh.A. Fluctuations in the level of Lake Ladoga in the Holocene (based on paleolimnological studies of Lake St. Sergius on Putsaari Island) // Izvestija of the Russian Geographical Society. 2005. Vol. 137. Issue. 6. pp. 34-41.

Markov V.E. Geocological studies of bottom sediments of inland water bodies of the Valaam archipelago // News of the Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen. 2011. No. 138. P.95-100.

Sapelko T.V., Kuznetsov D.D., Korneenkova N.Yu., Denisenkov V.P., Ludikova A.V. Paleolimnology of the inland lakes of Putsaari Island (Lake Ladoga) // Izvestija of the Russian Geographical Society. 2014. Vol. 146. Issue. 3. P.29-40.

Alenius T., Grönlund E., Simola H., Saksa A. Land-use history of Riekkalansaari Island in the northern archipelago of Lake Ladoga, Karelian Republic, Russia // *Veget Hist Archaeobot.* 2004. № 13. P. 23-31. doi: 10.1007/s00334-003-0030-7

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. doi: 10.1016/j.quaint.2011.09.005

Saarnisto M., Grönlund T. Shoreline displacement of Lake Ladoga – new data from Kilpolansaari // *Hydrobiologia.* 1996. Vol. 322. C. 205-215. doi: 10.1007/BF00031829

Vuorela I., Lempiäinen T., Saarnisto M. Land use pollen record from the Island of Valamo, Russian Karelia // *Ann. Bot. Fennici.* 2001, 38, p. 139-165.