

УДК 551.896
ББК 26.222.6

Д. А. Субетто

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ С БАЛТИЙСКИМ МОРЕМ*

Охарактеризована история формирования Ладожского озера в ходе падения уровня Балтийского ледникового озера и сокращения Балтийского ледникового щита. Обсуждается время возникновения реки Невы и особенности формирования гидрографической сети Карельского перешейка.

Проблема истории развития Ладожского озера и образования р. Невы в настоящее время по многим аспектам остается дискуссионной. Имеющиеся на данный момент фундаментальные обобщения, выполненные коллективами авторов¹, оставляют целый ряд важных вопросов, требующих дальнейшей научной проработки и решения. Главными из них являются время возникновения р. Невы и направление стока из Ладоги до образования р. Невы.

Котловина Ладожского озера стала заполняться водой по мере разрушения и таяния ледника последнего валдайского оледенения. Согласно недавним исследованиям, посвященным проблеме дегляциации котловин Ладожского и Онежского озер, с использованием варвохронологических, радиоуглеродных и палеомагнитных анализов ленточных глин, было установлено, что Ладожское озеро освободилось ото льда в интервале 14000–12500 календарных лет (11800–10300 ¹⁴С лет назад) (рис. 1).

В пределах котловины Ладожского озера существовал глубоководный холодный олиготрофный приледниковый водоем (рис. 2), являвшийся восточным плесом Балтийского ледникового озера², в котором на протяжении 2000 лет формировалась мощная толща озерно-ледниковых ленточных глин³.

Характерной особенностью ленточных глин является их отчетливая градационная слоистость. В разрезах ленточных глин наблюдается чередование слоев двух родов: глинистых, сравнительно тонких и окрашен-

* Исследование выполняется при финансовой поддержке гранта РФФИ №07-05-01115 «Ладожское озеро: история развития и расселение человека».

ных в более темные тона, и более грубых, алевритовых или песчаных, большой мощности и светлоокрашенных.

Первые называются зимними, вторые – летними слоями. Ленточные глины образовывались из ледниковой мути – продукта перемывания морены, приносившейся потоками талой воды в приледниковый водоем (рис. 3).

Осаждение на дно озера более крупного обломочного материала в весенне-летний период и более тонкого материала, находящегося во взвешенном состоянии, – в осенне-зимний сезон – привело к формированию ленточных глин. В условиях холодного, резко континентального климата позднего ледниковья продуктивность озерной и наземной экосистем была низкой, что нашло свое отражение в очень низком содержании органического вещества в ленточных глинах. Мощная толща озерно-ледниковых отложений БЛО устилает практически все дно Ладожского озера, и их мощность достигает 20–30 м⁴. Отложения Балтийского ледникового озера встречены и в разрезах донных отложений многих озер, расположенных в северной низменной части Карельского перешейка⁵.

Выше по разрезу ленточных глин происходит постепенное утонение слоев вплоть до их полного исчезновения: ленточнослоистые глины замещаются микрослоистыми и гомогенными глинами (рис. 4).

Этот фациальный переход от одного типа глин к другим был связан с постепенной деградацией ледника, отступлением его края с водосбора озера и соответственно – с уменьшением поступления обломочного материала и осаднения преимущественно взвешенного вещества.

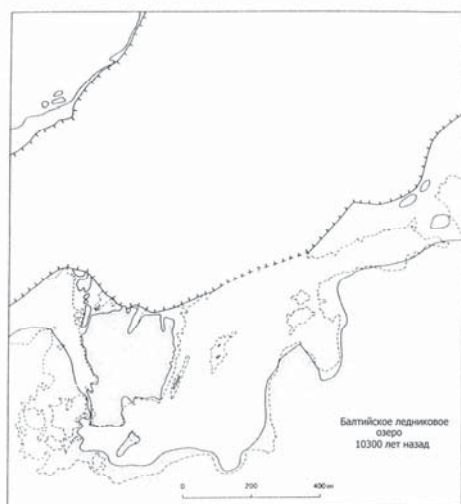
По существующим представлениям, последнее сокращение Балтийского ледникового щита происходило неравномерно, как и последовавшее за этим изостатическое поднятие территории. Полагают, что около 10300 ¹⁴C лет назад в районе современной г. Биллинген в центральной Швеции (рис. 2) распад ледниковой лопасти привел к освобождению проливов, резкому понижению порога стока и падению уровня Балтийского ледникового озера (БЛО), что вызвало освобождение из-под воды огромной территории от Балтики до Белого моря, прилегавшей к краю ледникового щита. Спуск БЛО был катастрофическим и кратковременным. В котловину Балтики проникают морские воды мирового океана, формируя солонowodные условия стадии Иольдиевого моря (рис. 5). Ладожское озеро с этого момента времени обособляется от Балтики.

Снижение уровня БЛО сопровождалось сильными процессами денудации и размыва обнажившихся частей дна, в результате чего в разрезах донных отложений большинства озер северной части Карельского перешейка наблюдается песчаный прослой на контакте глин и вышележащих илов или резкая граница между ними, свидетельствующие о перерыве в седиментации. В структуре осадков озер, расположенных в пределах Карельского перешейка – Хейниокского пролива, соединявшего Ладожское озеро и Балтийское море, обнаруживаются прослой песка мощностью до 0,5 м⁶, перекрывающие ленточные глины. Выше по разрезам прослой песков перекрываются органоминеральными озерными отложениями (сапропелями) и болотными торфами.

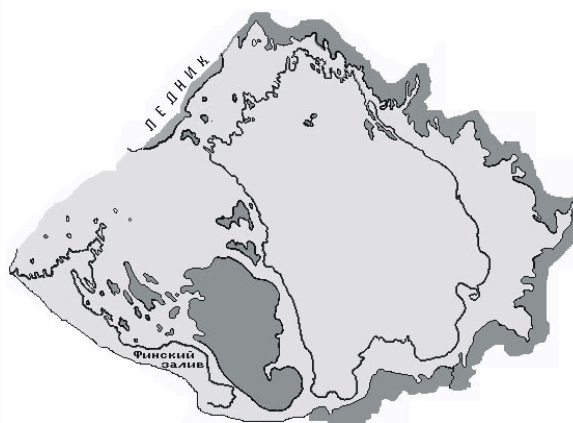
В раннем голоцене (10300–9500 лет назад), в связи со значительным потеплением климата в Северном полушарии, быстрым разрушением Бал-



Рис. 1. Этапы деградации котловины Ладожского озера



А



Б

Рис. 2. А) Положение края ледника и примыкающего к нему Балтийского ледникового озера 10300 ^{14}C лет назад или 11500 календарных лет назад перед его спуском после отступления края ледника от г. Биллинген в Центральной Швеции. Пунктирной линией показано современное положение береговой линии Балтийского моря⁷. Б) Ладожское озеро было частью крупного приледникового озера. Отметки уровня воды достигали 50–60 м. Северная часть Карельского перешейка была затоплена

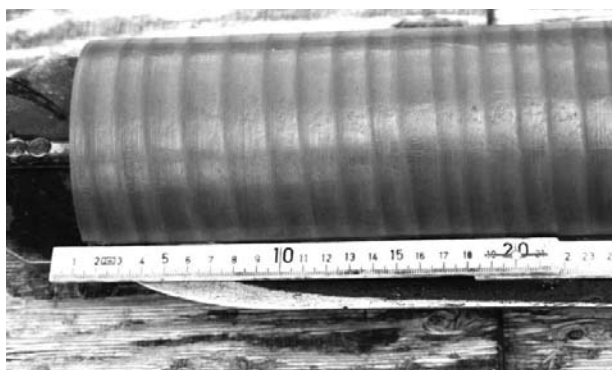


Рис. 3. Фотография ленточных глин, сформировавшихся в условиях приледникового озера. Один слой соответствует одному году

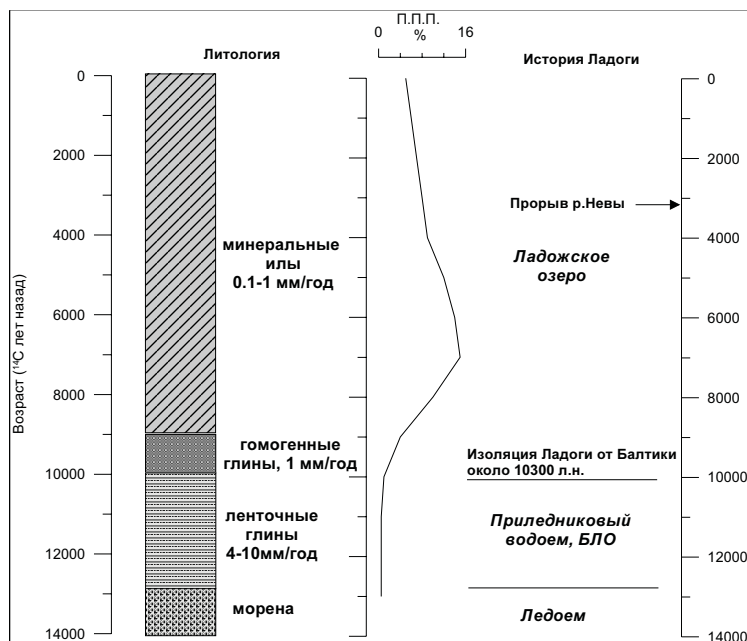


Рис. 4. Сводный разрез донных отложений Ладожского озера и палеогеографическая реконструкция¹². Показано изменение в строении донных отложений Ладожского озера во времени от ледниковых отложений (морена) к озерно-ледниковым (ленточные глины) и к озерным (гомогенные глины и илы). П.п.п. – потери при прокаливании образцов донных отложений, показатель изменения в содержании органического вещества, являющегося в свою очередь показателем биопродуктивности водоема и изменений температурного режима. Максимальное содержание органического вещества в донных отложениях соотносится с оптимумом голоцена

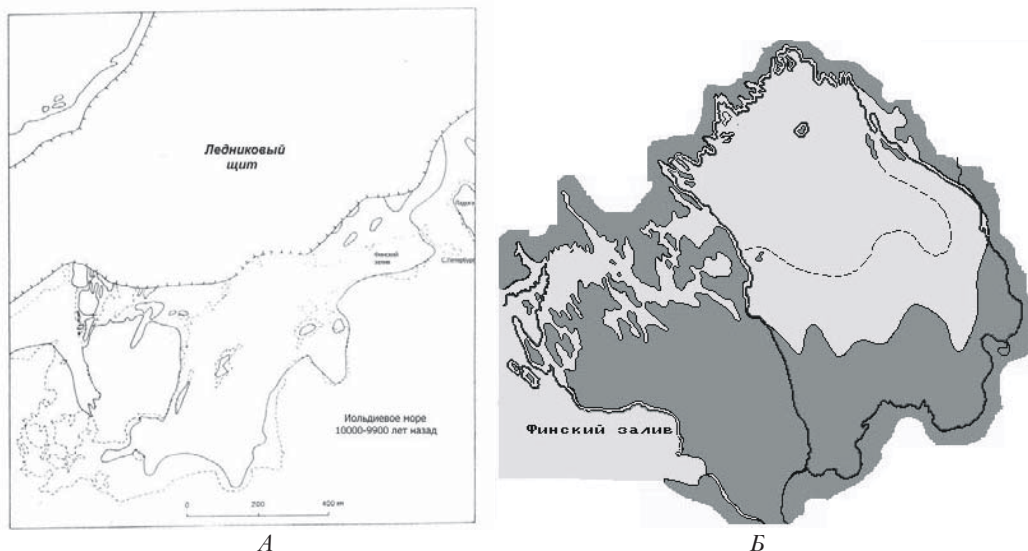


Рис. 5. А) Положение края ледника и очертания Иольдиевого моря, соединявшегося с Океаном через проливы в Центральной Швеции¹³. Б) Ладожское озеро соединялось с Иольдиевым морем в северной части Карельского перешейка. Штриховой линией показана южная граница Ладожского озера в иольдиевую стадию

тийского ледникового щита, спуском Балтийского ледникового озера, и, как следствие, – изоляцией Ладожского озера, произошла смена в озере озерно-ледникового типа осадконакопления озерным (рис. 4). Формируются характерные маломощные серые гомогенные глины (0,2–0,8 м).

Во второй половине пребореального времени происходил подъем уровня Ладоги до отметок 18–20 м. Это было следствием анциловой трансгрессии Балтики (рис. 6) около 9200 лет назад, приведшей к подпруживанию стока из Ладоги и, как следствие, к подъему уровня воды в озере (рис. 7). Во время максимума анциловой трансгрессии происходило подтопление южных мелководий Ладожского озера до современных изобат порядка 20 м (рис. 6).

Около 9500/9000 лет назад, примерно на рубеже пребореала и бореала, в котловине Ладожского озера начинают накапливаться озерные отложения – илы (рис. 4). В связи с тем, что акватория озера в голоцене неоднократно сокращалась, полные и наиболее мощные разрезы иловых отложений наблюдаются в северном глубоководном районе. В процессе осадконакопления усиливается роль органического вещества автохтонного происхождения. В илах отмечается увеличение содержания органического вещества по сравнению с глинами.

На рубеже пребореала и бореала около 9000 лет назад уровень Ладоги вновь понижается в связи с регрессией Балтики до отметок ниже современного положения, что фиксируется по данным изучения донных отложений в мелководной южной части озера⁸.

Происходит расчленение Ладоги и Балтики, пересыхает Хейниокский пролив, и обособляются многие озера Карельского перешейка, в которых формируются органогенные илы, а в устьях рек образуются торфяники. По данным разных авторов, радиоуглеродный возраст торфяников составляет 7870 ± 110 лет в районе Питкяранты, 7970 ± 260 и 7960 ± 230 лет в устье реки Оять, 7110 ± 170 лет на реке Выюн, 6900 ± 70 лет на реке Олонке⁹.

Сток из Ладоги в это время направлялся через систему проток озерно-речной системы Вуоксы в Выборгский залив, а порог стока из Ладоги находился в районе современного п. Вещево (финское название Хейниоки) на высоте 15,4 м над уровнем моря.

Наиболее интересным и дискуссионным периодом в истории Ладоги является отрезок времени последних 5000 лет. Этот этап, получивший в литературе наименование «Ладожской трансгрессии» соотносится с интервалом 5000–3000 лет назад (рис. 8). Причины этой трансгрессии трактуются неоднозначно. М. Саарнисто¹⁰ главную причину видел в опережающем изостатическом поднятии земной коры на северном побережье Финского и Балтийского залива, вследствие чего прекратился сток вод из Сайменской системы озер в Финский залив. В результате перекоса возник новый порог стока через краевую гряду морены Сальпаусселькя I у г. Имагра в систему р. Вуоксы, которая в то время текла из Ладоги в Балтику. Воды крупнейшей Сайменской озерной системы Финляндии, которая подпруживается грядами морен Сальпаусселькя, по представлению М. Саарнисто, прорвались в Ладогу, резко увеличив приходную часть водного баланса озера.

По мнению А. В. Шнитникова¹¹, развитие Ладожской трансгрессии было обусловлено очередным многовековым ритмом колебания общей

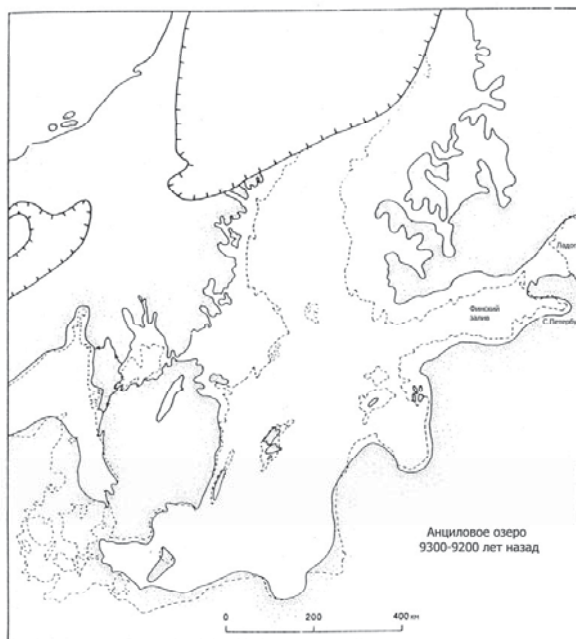


Рис. 6. Анциловая стадия Балтийского моря во время максимума трансгрессии, связанной с закрытием проливов в Центральной Швеции из-за изостатического поднятия освободившихся из-под льда территорий²²



Рис. 7. Реконструкция изменений уровней Ладожского озера и Балтийского моря в поздне- и послеледниковье

увлажненности, что широко проявилось в данный период голоцена и могло привести к прорыву вод из оз. Сайма и к значительному возрастанию стока в Ладогу с обширного водосборного бассейна. По-видимому, в этот период сказались действие нескольких факторов, эндогенных и экзогенных, которые способствовали существенным преобразованиям гидрографической сети бассейна и водного баланса Ладоги.

Результатом развития Ладожской трансгрессии, как принято считать, явился перелив Ладоги через Мгинско-Тосненский водораздел и образование реки Невы. Большинство исследователей, начиная с Г. де Геера, Ю. Айлио, Е. Хюппя, на которых позднее ссылался Д. Д. Квасов¹⁴ считали, что Невская протока между Ладогой и Балтикой образовалась главным образом в результате гляциоизостатического поднятия северного Приладожья и перекоса Ладожской котловины, вследствие которого воды озера затопили ее южную часть и внедрились в долину р. праМги, впадавшей в Ладогу. Они достигли высоты Мгинско-Тосненского водораздела, представленного грядой (около 18 м), сложенной моренным суглинком, размыли его и осуществили спуск вод Ладоги по долине р. праТосны, впадавшей ранее в Финский залив. При этом нижние части долин были расширены и углублены стоком из Ладоги (рис. 8).

Время максимума Ладожской трансгрессии и начало образования реки Невы у разных авторов имеет различные датировки. Ю. Айлио¹⁵ и С. А. Яковлев¹⁶ считали, что Нева возникла в период 4500–4000 лет назад. Позднее К. К. Марков с соавторами¹⁷ указывал на кратковременность Ладожской трансгрессии, которая умещалась в часть суббореального периода. О. М. Знаменская и др.¹⁸ датирует ее 2000 лет назад, а Д. Д. Квасов¹⁹ рассматривал ее в промежутке 2300–1200 лет назад. По данным М. Саарнисто и Т. Грэнлунд²⁰ р. Нева возникла около 3100 лет назад.

В работе Д. Б. Малаховского и др.²¹ приводятся новые выводы о времени Ладожской трансгрессии и образования реки Невы, которые уточнены по датировкам разновозрастных террас и кровли торфяников, подстилающих осадки трансгрессии в разрезе «Невский лесопарк» (3000–2800 лет назад) и перекрывающих их в разрезе «Невский пяточок» (2400 лет назад). Таким образом, на основе этих данных, за короткий промежуток времени около 400 лет уровень Ладоги понизился с 18 м до 5–6 м, что вполне реально, учитывая, что южный водораздел озера был сложен рыхлыми осадочными породами, тогда как северный – Хейниокский – кристаллическими.

По мере изостатического поднятия северной части Карельского перешейка происходило пересыхание и заболачивание Хейниокского пролива, как системы озерно-речных протоков на линии Приозерск – Вещево – Выборг.

В ходе регрессии Анцилового озера и продолжающегося поднятия и перекоса северной части Ладожской котловины уровень Ладоги и Балтики сравнился. Именно в это время из Сайменской системы озер прорвался новый сток с севера и возникла его бифуркация. Частично этот сток пошел по старой ложбине Хейниокского пролива к Приозерскому заливу, а часть стока продолжалась в Балтику. Большой объем влекомых наносов шел вдоль западного берега Ладоги и способствовал блокированию стока из



Рис. 8. Карта, демонстрирующая современные очертания Ладожского озера (косая штриховка (2)) и во время максимума ладожской трансгрессии (черная окраска (1)) до прорыва р. Невы

Ладоги по ложбине Суходольского озера (бывшее оз. Суванто). Изученные нами мощные песчаные береговые валы суббореального времени, высотой более 17 метров, прилегающие к ледниковым отложениям, (древнему озу, протянувшемуся с севера на юг почти от Приозерска до Пятиречья), фиксируются вдоль западного берега Ладоги. Они были прорваны водным потоком в 1818 г. в районе современного устья р. Бурной (залив Тайполе).

Необходимо подчеркнуть, что предполагаемое перекрытие стока из Ладоги могло осуществиться только в результате совмещенных по времени блоковых движений на Карельском перешейке, вызванных активизацией изостатических подъемов северного Приладожья, увеличением увлажненности и изменением направления стока из Сайменской системы. Относительное опускание южной части котловины могло привести к прорыву воды из Ладоги и образованию р. Невы (или значительному увеличению стока по руслу праНевы, если он существовал до этих событий, т. е. имелась бифуркация стока из Ладоги).

Река Бурная образовалась в результате внезапного прорыва вод оз. Суванто (Суходольского) через рукотворный канал и его спуска в Ладогу лишь в мае 1818 года. Уровень оз. Суванто понизился на 11 м, а его дно обнажилось на площади более 5000 га. Протока, вытекавшая из него на запад в р. Вуоксу, полностью пересохла, на ее месте образовался скалистый перешеек. Именно с этого времени р. Вуокса потекла вспять и стала впадать в Ладогу, а многочисленные озера Карельского перешейка резко понизили свой уровень и обмелели. Это произошло в результате понижения на 10–11 м уровня оз. Суванто и других местных базисов эрозии в бассейне Вуоксы. Значительные изменения были вызваны также дальнейшим искусственным увеличением проточности на участке р. Вуокса –

оз. Суванто в 1857 г. и образованием Лосевской протоки. Это событие также отразилось на всей гидрографической сети Карельского перешейка и повлекло за собой соответствующую перестройку в структуре его ландшафтов. Многочисленные озера Карельского перешейка резко понизили свой уровень, обмелели и существенно сократили размер акваторий в результате снижения местных базисов эрозии в бассейне р. Вуоксы. Сопоставление площадей наиболее крупных озер на картах Карельского перешейка начала XIX века и в 1983 г., приведенных к одному масштабу, показало, что, например, площадь оз. Суходольского уменьшилась на 32,4 %, оз. Балахановского – на 59,5 %, оз. Ракового – на 88,6 %, десятки мелких озер полностью исчезли.

¹ Квасов, Д. Д. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Д. Д. Квасов, Г. Г. Мартинсон, А. В. Раукас (ред.). – Л., 1990. – 280 с.; Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера: Сб. науч. тр. / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. – СПб., 1993. – 118 с.; Квасов, Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Л., 1975. – 278 с.; Davydova, N. New data on Late Pleistocene and Holocene history of Lake Ladoga / N. Davydova, V. Khomutova, M. Pushenko, D. Subetto // Report on Lake Ladoga Research in 1991–1993. Joensuu. 1994. – № 111. – P. 137–143; Subetto, D. Contribution to the lithostratigraphy and history of Lake Ladoga / D. Subetto, N. Davydova, A. Rybalko // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 1998. – № 140. – P. 113–119; The First International Lake Ladoga Symposium // Hydrobiology. – 1996. – Vol. 322. – 328 p.

² Давыдова, Н. Н. Позднеплейстоценовая история Ладожского озера // История плейстоценовых озер Восточно-Европейской равнины / В. И. Хомутова, Н. Н. Давыдова, А. В. Раукас, В. А. Румянцев (ред.). – СПб., 1998, – С. 134–140; Квасов, Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Л., 1975. – 278 с.; Subetto, D., Davydova N., Rybalko A. Contribution to the lithostratigraphy and history of Lake Ladoga / D. Subetto, N. Davydova, A. Rybalko // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 1998. – № 140. – P. 113–119.

³ Субетто, Д. А. Строение, особенности и история формирования донных отложений // Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее / В. Г. Драбкова, В. А. Румянцев (ред.). – СПб, 2002. – С. 122–136.

⁴ Субетто, Д. А., Общая характеристика донных отложений. Ладожское озеро / Д. А. Субетто, А. Е. Рыбалко, М. А. Спиридонов // История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Д. Д. Квасов, Г. Г. Мартинсон, А. В. Раукас (ред.). – Л., 1990. – С. 35–42.

⁵ Севастьянов, Д. В. Процессы седиментации в озерно-болотных геосистемах Северо-Западного Приладожья / Д. В. Севастьянов, Д. А. Субетто, Х. А. Арсланов и др. // Изв. РГО. Т. 128, вып. 5. – 1996. – С. 36–47; Севастьянов, Д. В. Особенности эволюции озерно-речной сети в бассейне Ладожского озера в голоцене / Д. В. Севастьянов, Д. А. Субетто, Е. Д. Сикацкая, О. Е. Степочкина // Вестник СПбГУ. Сер. 7, вып. 1 (№ 7). – 2001. – С. 88–100; Субетто, Д. А., Давыдова Н.Н., Вольфарт Б., Арсланов Х.А. Лито-, био- и хроностратиграфия озерных отложений Карельского перешейка на границе позднего плейстоцена-голоцена / Д. А. Субетто, Н. Н. Давыдова, Б. Вольфарт, Х. А. Арсланов // Известия РГО. Т. 131, вып. 5. – 1999. – С. 56–69; Субетто, Д. А. Строение, особенности и история формирования донных отложений // Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее / В. Г. Драбкова, В. А. Румянцев (ред.). – СПб, 2002. – С. 122–136.

⁶ Севастьянов, Д. В. Особенности эволюции озерно-речной сети в бассейне Ладожского озера в голоцене / Д. В. Севастьянов, Д. А. Субетто, Е. Д. Сикацкая, О. Е. Степочкина // Вестник СПбГУ. Сер. 7, вып. 1 (№ 7). – 2001. – С. 88–100; Субетто, Д. А. Строение, особенности и история формирования донных отложений // Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее / В. Г. Драбкова, В. А. Румянцев (ред.). – СПб, 2002. – С. 122–136.

⁷ Vjorck, S. A review of the history of the Baltic Sea, 13,0–8,0 ka BP // Quaternary International. – Vol. 27. – 1994. – P. 19–40.

⁸ Квасов, Д. Д. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Д. Д. Квасов, Г. Г. Мартинсон, А. В. Раукас (ред.). – Л., 1990. – 280 с.; Субетто, Д. А., Давыдова Н.Н., Вольфарт Б., Арсланов Х.А. Лито-, био- и хроностратиграфия озерных отложений Карельского перешейка на границе позднего плейстоцена-голоцена / Д. А. Субетто, Н. Н. Давыдова, Б. Вольфарт, Х. А. Арсланов // Известия РГО. Т. 131, вып. 5. – 1999. – С. 56–69; Subetto, D., Davydova N., Rybalko A. Contribution to the lithostratigraphy and history of Lake Ladoga / D. Subetto, N. Davydova, A. Rybalko // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 1998. – № 140. – P. 113–119.

⁹ Абрамова, С. А. История Ладожского озера в голоцене по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализов / С. А. Абрамова, Н. Н. Давыдова, Д. Д. Квасов // История озер Северо-Запада / Отв. ред. С. В. Калесник. – Л., 1967. – С. 113–132. Кошечкин, Б. И. Голоценовые трансгрессии Ладожского озера / Б. И. Кошечкин, И. М. Экман // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. – СПб., 1993. – С. 49–60; Субетто, Д. А., Давыдова Н.Н., Вольфарт Б., Арсланов Х.А. Лито-, био- и хроностратиграфия озерных отложений Карельского перешейка на границе позднего плейстоцена-голоцена / Д. А. Субетто, Н. Н. Давыдова, Б. Вольфарт, Х. А. Арсланов // Известия РГО. Т. 131, вып. 5. – 1999. – С. 56–69

¹⁰ Saarnisto, M. The Late Weichelian and Flandrian history of the Saimaa lake complex. – Helsinki, 1970. – 108 p.

¹¹ Шнитников, А. В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. – М.; Л., 1957. – 337 с. Шнитников, А. В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. – Л., 1969.

¹² Субетто, Д. А. Строеие, особенности и история формирования донных отложений // Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее / В. Г. Дабков, В. А. Румянцев (ред.). – СПб, 2002. – С. 122–136.

¹³ Bjoerck, S. A review of the history of the Baltic Sea, 13,0–8,0 ka BP // Quaternary International. – Vol. 27. – 1994. – P. 19–40.

¹⁴ Квасов, Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Л., 1975. – 278 с.

¹⁵ Ailio, J. Die geographikche Entwicklung des Ladogasees // Fennia. – 1915. – Bd. 8, № 3. – 157 p.

¹⁶ Яковлев, С. А. Наносы и рельеф Ленинграда и его окрестностей. – Л., 1925. Ч. 1. – 186 с.; 1926. Ч. 2. – 264 с.

¹⁷ Марков, К. К., Порецкий В.С., Шлямина В.Е. О колебаниях уровней Ладожского и Онежского озер в последлениковое время / К. К. Марков, В. С. Порецкий, В. Е. Шлямина // Тр. Комит. по изучен. четверт. периода. – 1934. – Т. 4. Вып. 1.

¹⁸ Знаменская, О. М., Соколова В.Б., Хомутова В.И. Сравнительный анализ палеогеографических условий развития южных и западных берегов Ладожского озера / О. М. Знаменская, В. Б. Соколова, В. И. Хомутова // История озер. – Вильнюс, 1970. – С. 319–331.

¹⁹ Квасов, Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Л., 1975. – 278 с.

²⁰ Saarnisto, M. Shoreline displacement of Lake Ladoga - new data from Kilpolansaari / M. Saarnisto, T. Grönlund // Hydrobiologia. – 322. – 1996. – P. 205–215.

²¹ Малаховский, Д. Б. Новые данные по голоценовой истории Ладожского озера / Д. Б. Малаховский, Х. А. Арсланов, Н. А. Гей и др. // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. – СПб., 1993. – С. 61–73.

²² Bjoerck, S. A review of the history of the Baltic Sea, 13,0–8,0 ka BP // Quaternary International. – Vol. 27. – 1994. – P. 19–40.