

УДК 551.896:551.794

ЛИТОЛОГИЯ, БИОСТРАТИГРАФИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКОВ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

В. В. Колька^{1,*}, О. П. Корсакова¹, Н. Б. Лаврова²,
Т. С. Шелехова², Н. Е. Зарецкая³

Представлено академиком РАН А.П. Лисицыным 22.12.2016 г.

Поступило 15.11.2016 г.

Представлены литологические, микропалеонтологические и хронометрические (радиоуглеродное датирование) данные для одного из районов побережья Белого моря, полученные при изучении осадочных последовательностей из современных озёрных котловин, которые в разное время отделились от крупного бассейна, располагавшегося в вершине современного Онежского залива. На их основе было выполнено стратиграфическое расчленение донных осадков и реконструированы палеогеографические обстановки в позднем плейстоцене—голоцене для юго-восточной части Онежского залива.

Ключевые слова: Белое море, побережье Онежского залива, донные осадки, хронология, уровень моря, позднеледниковье, голоцен.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524852221-225>

Изучение позднеплейстоценовых и голоценовых осадков Онежского залива Белого моря в контексте восстановления соответствующих палеогеографических обстановок ведут с XX в. [1–7]. Морская часть вершины Онежского залива подробно изучена Южно-Онежским разрезом (I–II на рис. 1А) [5]. Полученные данные показали, что условия седиментации в северном и южном побережье были разными и отличались от таковых в центральной части профиля.

В работе представлены новые данные, полученные при изучении донных осадков пяти малых (площадью 0,02–0,3 км²) озёр, расположенных на Поморском берегу Онежского залива Белого моря в районе с. Малашуйка. Целью проведённых исследований были реконструкции поздне-последнего перемещения береговой линии моря и палеогеографических обстановок на юго-восточном фланге Скандинавского ледникового щита.

Район работ (рис. 1А, Б) находится в тылу лужских краевых гряд (Lg на рис. 1А) [8], ориентированных здесь в восток-юго-восточном направлении, сложенных песком с валунами, гальками. Длина

гряд до 2 км, высота до 10–12 м. Межгрядовые западины заполнены торфом мощностью до 8 м. Изученные озёра расположены на границе краевой зоны и прибрежной болотистой равнины примерно в 5 км от берега Онежского залива.

Изучены керны донных осадков, полученные при ручном бурении в котловинах озёр, расположенных на разных абсолютных отметках (рис. 1). Проведены их литологическое изучение (рис. 1В), радиоуглеродное (¹⁴C) датирование (табл. 1), для донных отложений оз. Тонкое (рис. 1, оз. 2 с абс. отм. 12 м над уровнем моря (н.у.м.)) — палинологический, диатомовый, ботанический анализы (табл. 2).

Все изученные разрезы делятся на нижнюю кластогенную и перекрывающую её с литологическим несогласием органогенную толщи. Кластогенная толща представлена неслоистым разнозернистым песком и алевритом с гравием (рис. 1В). В верхней её части отмечен органический детрит, а в озёрах 1, 2, 4 — прослой торфа мощностью 7–13 см. В торфе встречены плохо разложившиеся остатки древесины ивы, растительный детрит, минеральные частицы, слойки алеврита, песка (табл. 2). В оз. Тонкое (оз. 2 на рис. 1) торф перекрыт слоистым глинистым алевритом с органикой (до 10–15%) (интервал 900–930 см в табл. 2). В озёрах 1 (абс. отм. 10 м н.у.м.) и 4 (абс. отм. 18 м н.у.м.) торф перекрыт слоистой алевритистой гиттией со значительным количеством минеральных частиц. Органогенная толща всех изученных разрезов донных отложений представлена

¹ Геологический институт Кольского научного центра Российской Академии наук, Апатиты Мурманской обл.

² Институт геологии Карельского научного центра Российской Академии наук, Петрозаводск

³ Геологический институт Российской Академии наук, Москва

*E-mail: kolka@geoksc.apatity.ru

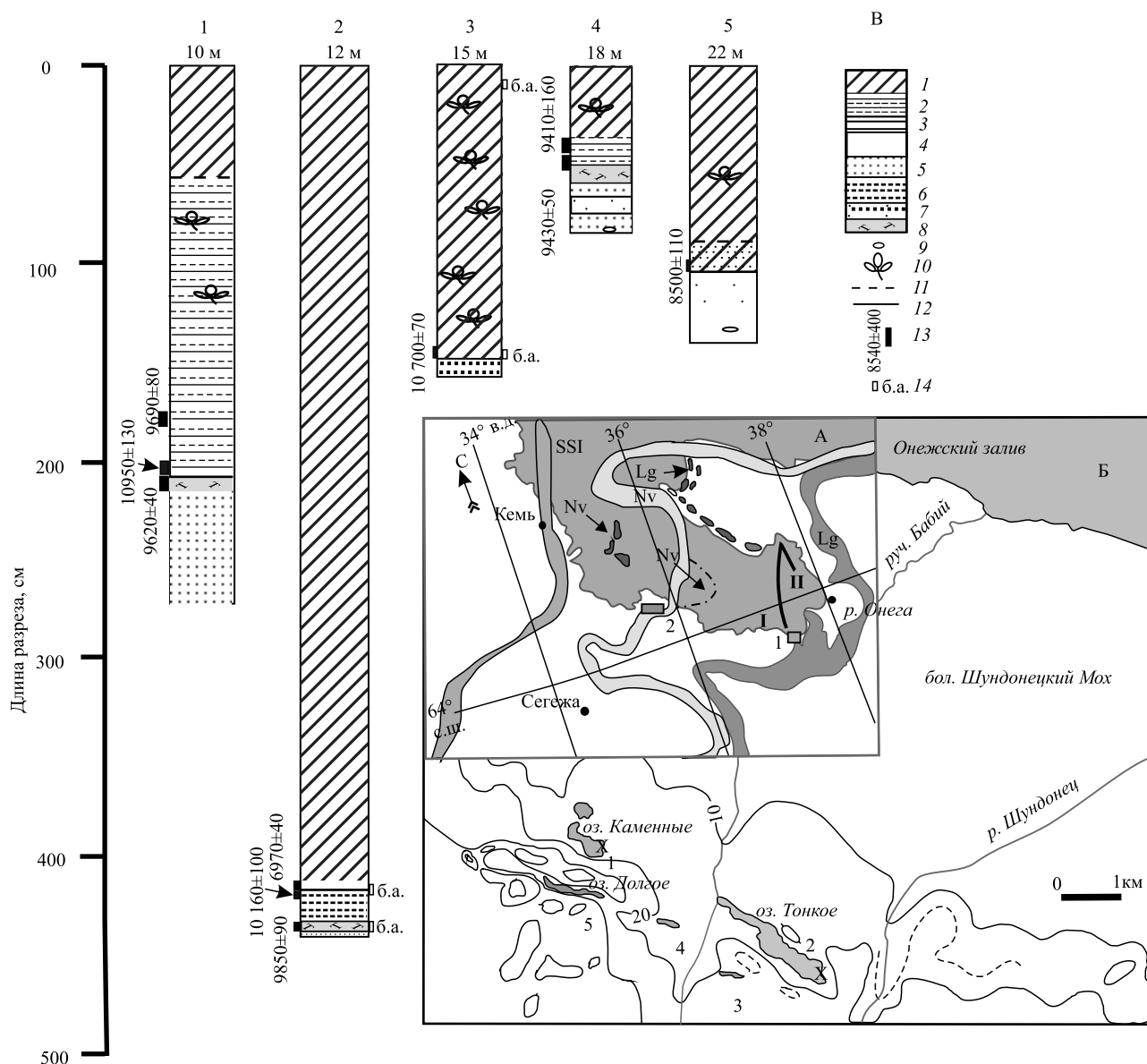


Рис. 1. Положение района работ относительно краевых образований лужской, невской и сальпаусселькя 1 стадий дегляциации (А), схема расположения изученных озёрных котловин (Б), строение разрезов донных осадков исследованных озёр (В). А. 1 — район работ Малошуйка; 2 — район работ Сумский Посад; I–II — положение Южно-Онежского разреза [5], Lg — лужские краевые образования; Nv — невские краевые образования; SSI — краевые образования сальпаусселькя I. Б. 1–5 — положение исследованных озёр. В. 1 — гиттия неслоистая; 2 — гиттия, алевритистая гиттия, слоистая; алеврит; 3 — слоистый, 4 — неслоистый; 5 — песок; 6 — слоистый алеврит с органическим материалом; 7 — неслоистый алеврит с песком и органикой; 8 — погребённый торф; 9 — зёрна гравия; 10 — растительные остатки; контакты: 11 — градиционный, 12 — резкий; 13 — радиоуглеродные датировки; 14 — образцы для ботанического анализа.

гиттией, монотонной, иногда слоистой, с растительным детритом, в озёрах 3 и 5 — с макроостатками растений (рис. 1).

Всего для изученных донных осадков получено 10 ¹⁴C дат (рис. 1Б, табл. 1). Примечательно то, что в колонках с погребённым торфом отмечена инверсия дат, т.е. торф оказывается моложе, чем перекрывающие его отложения. На берегу Онежского залива возрастные инверсии (300–1300 ¹⁴C лет) установ-

лены в донных осадках с погребённым торфом и здесь, и в районе пос. Сумский Посад [9], что может свидетельствовать об их природной обусловленности. Ботанический анализ показал (табл. 2), что торф образован за счёт растений, произраставших в прибрежных болотах и по берегам зараставших озёр. Глинистый и слоистый алеврит с органикой, слоистая алевритистая гиттия, перекрывающие торф, накапливались сначала в условиях обширного

Таблица 1. Данные радиоуглеродного датирования и калиброванный календарный возраст образцов из донных осадков озёр в районе с. Малошуйка

Озёра, высота порога стока (метры н.у.м.)	Координаты места отбора образцов, с.ш., в.д.	Глубина отбора образца (см от поверхности воды)	Лаб. № образца (ГИН)	Возраст, л.н.	
				Радиоуглеродный	Календарный*
Озеро 1 (Каменное) 10 м	63°45'45,3", 37°15'27,9"	830–824	14 800	9620±40	10 848–11 110
		824–817	14 801	10 950±130	1290–13 030
		778–770	14 802	9690±80	10 874–11 180
Озеро 2 (Тонкое) 12 м	63°45'00,0", 37°18'12,3"	940–931	14 795	9850±90	11 215–11 459
		904–900	14 796	10 160±100	11 537–12 033
		900–892	14 797	6970±40	7750–7856
Озеро 3 (безымянное) 15 м	63°45'01,6", 37°17'23,5"	908–898	14 791	10 700±70	12 617–12 743
Озеро 4 (безымянное) 18 м	63°45'19,9", 37°16'22,8"	655–647	14 792	9430±50	10 604–10 722
		647–640	14 793	9410±160	10 450–10 992
Озеро 5 (Долгое) 22 м	63°45'28,7", 37°15'28,3"	700–694	14 803	8500±110	9371–9587

Примечание. *Получен с использованием <http://www.calpal-online.de>.

пресноводного водоёма, существовавшего в депрессии Онежского залива, а затем в изолированных от него небольших озёрах. Содержащаяся в этих осадках аутигенная органика включает и более древнее органическое вещество, поступавшее в водоём с водосбора, что при датировании и привело к их удревнению. Кроме того, удревнение дат можно объяснить и “эффектом жёсткой воды”, т.е. приносом неорганического углерода р. пра-Онега в существовавший обширный пресноводный водоём. В нижнем своём течении р. Онега дренирует Нижне-Онегоречскую депрессию, в пределах которой представлены среднекарбонатные карбонатные осадки [10] — возможный источник такого “древнего” углерода.

Торф и подстилающий его алеврит в осадках оз. Тонкое (интервал 930–944 см, табл. 2) содержат единичные пыльцу и створки диатомовых, так как формировались в позднеледниковье—начале голоцена ещё в перигляциальных условиях при задержанной дегляциации Онежского залива и таянии стагнированного льда [11]. При этом в области ледникового и водноледникового рельефа в локальных депрессиях происходило образование низинных болот с торфяниками, образование которых в это время отмечено также и в Северо-Двинской впадине [12]. Судя по датировкам (табл. 1, рис. 1В), торф формировался в конце позднего дриаса—первой половине пребореала на протяжении минимум 400 лет.

В интервале глубин 892–930 см (палинозона (PZ) II, табл. 2) отмечены нарастание и максимум пыльцы *Betula sect. Albae*. При этом с глубины 890–910 см (диатомовая зона (DZ) I, табл. 2) установлена и раз-

витая диатомовая флора с преобладанием пресноводных планктонных форм, количество которых увеличивается вверх по разрезу. Только здесь установлены единичные створки солонатоводных диатомей. Осадки, непосредственно перекрывающие торф, образовывались в пресном водоёме во второй половине пребореала—начале бореала, что согласуется с палинологическими и ¹⁴C-данными (табл. 1, 2). Затопление побережья можно объяснить окончанием дегляциации Онежского залива, когда в придонную его часть из бассейна Белого моря поступала солёная вода, а притекающая в большом объёме более лёгкая талая ледниковая и речная формовала приповерхностную водную толщу.

В интервале глубин 835–892 см на уровне падения кривой *Betula* и нарастания кривой *Pinus* выделена PZ IIIa-b с максимумом пыльцы сосны, соответствующая бореалу; верхняя её граница определена появлением непрерывной кривой широколиственных пород. В нижней части интервала (DZ II–III, табл. 2) планктонные виды рода *Cyclotella spp.* уступили доминирование *Stephanodiscus spp.*, появились характерные для сухого бореального времени образатели рода *Epithemia sp.* Видимо, накопление этой части гиттии происходило уже в отделившемся малом озере, что привело к резкой смене планктонных доминантов. Его отделение связано с регрессией водоёма в Онежском заливе, вызванной неотектоническим поднятием этой части побережья [5].

Интервал глубин 600–835 см (PZ IVa-d, табл. 2), где отмечены непрерывная кривая пыльцы широколиственных пород и нарастание кривой пыльцы ели, соответствует атлантическому оптимуму голоцена. Среди диатомовых (DZ IV–VI, табл. 2), ука-

Таблица 2. Литология разреза озера 2 (Тонкое) и выделенные на основе доминирующих компонентов палино- и диатомовых зон и ботанического анализа — климатические фазы позднего плейстоцена и голоцена

Климатическая фаза	Литология (глубина залегания интервалов, см от уровня воды)	PZ (палинозоны), глубина, см	Основные виды спор и пыльцы; макрофоссилии растений	DZ (диатомовые зоны), глубина, см	Основные диатомовые водоросли	
Субатлантик (SA)	Гиттия неслоистая (480–892)	PZ VI, 480–530	<i>Pinus–Picea</i>	VIII, 480–530	<i>Aulacoseira–Cyclotella–Fragilaria–Tabellaria–Achnanthes–Opephora–Diploneis</i>	
Суббореал (SB)		PZ Vb, 530–582	<i>Pinus–Betula sect. Albae–Picea–Q-mix–Corylus</i>	VII, 530–600	<i>Aulacoseira–Cyclotella–Epithemia–Tabellaria–Fragilaria</i>	
		PZ Va, 582–600	<i>Betula sect. Albae–Pinus–Picea–Polypodiaceae</i>			
Атлантик (At)		PZ IVd, 600–660	<i>Pinus–Picea–Betula sect. Albae–Alnus–Q-mix</i>	VI, 600–650	<i>Aulacoseira–Cyclotella–Stephanodiscus–Tabellaria–Fragilaria</i>	
		PZ IVc, 660–690	<i>Pinus–Picea–Betula sect. Albae–Q-mix–Corylus–Alnus</i>	V, 650–770	<i>Aulacoseira–Cyclotella–Stephanodiscus–Tabellaria–Fragilaria</i>	
		IVb, 690–768	<i>Picea–Pinus–Betula sect. Albae–Q-mix</i>			
		IVa, 768–835	<i>Pinus–Betula sect. Albae–Picea–Q-mix</i>	IV, 770–820	<i>Stephanodiscus–Aulacoseira–Cyclotella</i>	
Бореал (Bo)	IIIb, 835–860	<i>Pinus–Betula sect. Albae–Poaceae–Cyperaceae</i>	III, 820–850	<i>Stephanodiscus–Cyclotella–Fragilaria–Epithemia</i>		
	IIIa, 860–892	<i>Pinus–Betula sect. Albae–Polypodiaceae–Bryales</i>	II, 850–892	<i>Cyclotella–Stephanodiscus–Fragilaria–Navicula</i>		
Пребореал (Pb)	Алевритистая гиттия, плотная (892–898)	PZ II, 892–930	<i>Betula sect. Albae–Cyperaceae–Poaceae</i> ; макрофоссилии (гл. 908–898 см): древесина, кора, иголки, семена <i>Pinus</i> ; древесина и кора <i>Betula</i> ; <i>Carex limosa</i> и эпидермис других осок; <i>Menyanthes trifoliata</i> ; <i>Calla palustris</i> ; <i>Nupha</i> ; гипновые мхи <i>Drepanocladus</i>	I, 892–910	<i>Cyclotella–Fragilaria</i>	
	Переслаивание алеврита и органики (898–900)			(910–946)		Единичные створки <i>Aulacoseira sp.</i> , <i>Pinnularia sp.</i>
	Глинистый алеврит с органикой (до 10%) (900–930)					
Поздний дриас (Dr ₃) (?)	Торф коричневый, (930–940)	PZ I, (930–944)	Единичные пыльца <i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Betula sect. Albae</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Cyperaceae</i> , споры <i>Bryales</i> , <i>Sphagnales</i> ; макрофоссилии в торфе: древесина и кора <i>Salix</i> ; остатки <i>Eriophorum sp.</i> , гипновые мхи <i>Calliergon</i> и <i>Tomenthypnum</i>			
	Алеврит с органикой, неслоистый (940–944)					
	Песок к/з с гравием (944–946)					—

зываются на благоприятный климат и залесённость территории, типично болотных видов не установлено, возросло содержание планктонных форм *Aulacoseira–Cyclotella–Stephanodiscus sp.* при участии в качестве содоминантов умеренно тепловодных видов *Tabellaria flocculosa*, *T. fenestrata*, обрастателей *Fragilaria spp.*

В интервале глубин 530–600 см (PZ Va-b, табл. 2) зафиксировано падение кривой пыльцы широколиственных пород (PZ Va), обусловленное резким похолоданием в начале суббореала, а позже — их появление (PZ Vb). Здесь же отмечен и характерный максимум пыльцы ели. Среди диатомовых (DZ VII, табл. 2) преобладают (до 60–70%) холодолюбивые

виды, примечательно участие видов рода *Ephithemia*, донных форм рода *Diploneis sp*, которые присущи диатомовым комплексам сухого и относительно прохладного суббореала, когда возрастала роль подземного питания озёр.

В интервале глубин 480–530 см (PZ VI, табл. 2) установлен максимум ели, а доля пыльцы широколиственных пород уменьшается. В диатомовом комплексе (DZ VIII, табл. 2) возрастает значение планктонных *Aulacoseira*, *Cyclotella*, появляются мелкие обростатели рода *Achnanthes*, что является признаком повышения водности озера при влажном климате. Морских диатомовых в осадках изученных озёр не обнаружено.

Таким образом, в позднеледниковье и начале пребореала на побережье Онежского залива в изученном районе в условиях задержанной дегляциации территория заболачивалась. Во второй половине пребореала—начале бореала, когда отмечался высокий уровень сильно опреснённого Онежского залива, произошло затопление территории. Речной сток р. пра-Онега способствовал проявлению в нём “эффекта жёсткой воды” и удревнению ^{14}C -дат соответствующих осадков. В бореале—атлантике в районе с. Малошуйка из-за неотектонического поднятия побережья началось отделение малых озёр, расположенных на прибрежной равнине. В них накапливались голоценовые органогенные отложения (гиттия).

Источник финансирования. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 16–05–00311-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаврова М.А. К геологии Онежского полуострова Белого моря // Тр. Геолог. музея АН СССР. 1931. Т. 8. 356 с.
2. Вострухина Т.М. // Сов. геология. 1962. № 9. С. 132–140.
3. Кошечкин Б.И., Девятова Э.И., Каган Л.Я., Пунинг К. В кн.: Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода севера европейской части СССР. Петрозаводск, 1977. С. 5–16.
4. Полякова Е.И., Новичкова Е.А., Лисицын А.П., Баух Х.А., Рыбалко А.Е. // ДАН. 2014. Т. 454. № 4. С. 467–472.
5. Невеский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. М.: Наука, 1977. 236 с.
6. Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Лисицын А.П., Евзеров В.Я., ван Беек П. (van Beek P.), Суо М. (Souhaut M.), Субетто Г.Д. // ДАН. 2012. Т. 446. № 2. С. 183–190.
7. Система Белого моря. Т. 1. Природная среда водосбора Белого моря / Отв. ред. А.П. Лисицын. М.: Науч. мир, 2010. 480 с.
8. Ekman I., Iljin V. In: Eastern Fennoscandian Younger Dryas end Moraines. Helsinki: Geol. Surv. Finland, 1991. P. 73–99.
9. Колька В.В., Корсакова О.П., Лаврова Н.Б. // Тр. Кар. науч. центра РАН. 2015. № 3. С. 70–85.
10. Девятова Э.И. // Тр. Коми фил. АН СССР. 1960. № 10. С. 145–155.
11. Лаврова М.А. В кн.: Неогеновые и четвертичные отложения Западной Сибири. М.: Наука, 1968. С. 140–163.
12. Плешивцева Э.С. // Природа и хозяйство Севера. 1977. В. 6. С. 39–47.

LITHOLOGY, BIOSTRATIGRAPHY, AND GEOCHRONOLOGY OF THE LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE SEDIMENTS ON THE COAST OF ONEGA BAY OF THE WHITE SEA

V. V. Kolka, O. P. Korsakova, N. B. Lavrova, T. S. Shelekhova, N. E. Zaretskaya

Presented by Academician of the RAS A.P. Lisitsyn December 22, 2016

Received November 15, 2016

This paper reports on the lithological, micropaleontological, and chronometric data (radiocarbon dating) for one of the areas of the White Sea coast. The sedimentary sequences were studied in the current lake basins, which were separated from the large basin at different times. The basin was situated in the head of the current Onega Bay. On the basis of these data, the bottom sediments were stratified and the Late Pleistocene-Holocene paleogeographic settings were reconstructed for the southeastern part of Onega Bay.

Keywords: White Sea, Onega Bay coast, bottom sediment, chronology, sea level, late Glacial, Holocene.