

УДК 551.417

В.В. Колька, О.П. Корсакова, Т.С. Шелехова, А.Н. Толстоброва

Восстановление относительного положения уровня Белого моря в позднеледниковье и голоцене по данным литологического, диатомового анализов и радиоуглеродного датирования донных отложений малых озер в районе пос. Чупа (северная Карелия)

V.V. Kolka, O.P. Korsakova, T.S. Shelekhova, A.N. Tolstobrova

Reconstruction of the relative level of the White Sea during the Lateglacial – Holocene according to lithological, diatom analyses and radiocarbon dating of small lakes bottom sediments in the area of the Chupa settlement (North Karelia, Russia)

Аннотация. Представлены геологические, микропалеонтологические, хронометрические данные и модельные построения, позволяющие определить темпы относительного перемещения береговой линии моря, рассмотренные для района поселка Чупа, расположенного на Карельском берегу Белого моря. Объектом исследования являлись донные отложения, накопившиеся в котловинах малых озер побережья, в условиях разных седиментационных обстановок, которые менялись здесь в ходе дегляциации и в голоцене под влиянием гляциоизостатического поднятия суши, эвстатического изменения уровня моря, тектонических перемещений земной коры.

Abstract. New lithological, palinological and chronological data received as a result of studying the bottom sediment of small lake depressions for the area of the Chupa settlement situated on the Karelian Coast of the White Sea have been presented. Complex studying of bottom deposits of lakes located on different elevation have allowed to establish time and features of their sedimentation and to construct the relative sea-level curve for the Lateglacial and Holocene for the Chupa area.

Ключевые слова: неотектоника, донные отложения, диатомовые водоросли, позднеледниковье, голоцен, Белое море
Key words: neotectonics, bottom lake sediments, diatoms, Late Glacial, Holocene, the White Sea

1. Введение

Изучение последовательностей донных осадков малых озер в разных частях Фенноскандии, а также изучение береговых форм рельефа проводятся с конца XXI в. для неотектонических и палеогеографических реконструкций (Кошечкин, 1979; Колька и др., 2005; 2013а, б; 2014; Колька, Корсакова, 2012; Субетто и др., 2012; Corner et al., 1999; 2001; Donner et al., 1977; Lunkka et al., 2012; Ramsay, 1898; Svendsen, Mangerud, 1987 и др.). В результате для восточной Фенноскандии существуют несколько принципиально различающихся схем изобаз поднятий земной коры в позднеледниковье и голоцене (Кошечкин, 1979; М.А. Лаврова, 1960), которые отражают или блоковый, или куполообразный характер ее воздымания. Если влияние на относительное перемещение береговой линии моря гляциоизостатического поднятия земной коры и эвстатического изменения уровня океана подтверждено многими наблюдениями, то вычлнить влияние собственно тектонической составляющей – задача очень сложная, и ее только предстоит решить. Наиболее подходящим районом для этого являются побережья Кандалакшского залива Белого моря, расположенного в пределах Колвицкого и Кандалакшского грабенов Онежско-Кандалакшского рифта, подверженные неотектоническим процессам. В данной статье представлены результаты литологического и палеонтологического (диатомовый анализ) изучения осадков озерных котловин, изолировавшихся от моря, а также радиоуглеродного датирования этих осадков, в одном из районов на побережье Кандалакшского залива Белого моря – вблизи поселка Чупа (рис. 1а). На их основе было выполнено стратиграфическое расчленение морских и пресноводных осадков и реконструировано перемещение береговой линии Белого моря в позднем плейстоцене – голоцене.

2. Методика работ

В основу исследований был положен *метод изолированных бассейнов*, предложенный скандинавскими учеными (Donner et al., 1977), многократно опробованный и адаптированный к применению в отечественной практике (Corner et al., 1999; 2001; Колька и др., 2005; 2013а, б; 2014; Колька, Корсакова, 2012 и др.). Метод изолированных бассейнов предполагает полевые работы (бурение, первичное литолого-стратиграфическое описание и опробование), изучение микрофоссилий (диатомовый и палинологический

анализы) для уточнения в осадочной последовательности и временной привязке указанных контактов, радиоуглеродное (^{14}C) датирование, а также модельные построения графика перемещения береговой линии моря.

Полевые работы и опробование. Бурение осадков в котловинах малых озер осуществлялось со льда в весеннее время, с помощью переносного поршневого (русского) бура в самом глубоком плоскодонном месте озера. Последовательный отбор метровых керновых секций с перекрытием в 10 см осуществлялся от поверхности осадков. Описание, первичное литолого-стратиграфическое изучение всей осадочной последовательности, опробование и фотографирование проводилось по разрезанным вдоль кернам непосредственно в поле. Микропалеонтологические пробы отбирались в соответствии с требованиями диатомового анализа для уточнения границ литолого-фациальных разновидностей донных осадков. Для ^{14}C -датирования опробовались те части последовательности, которые по текстурно-структурным признакам (появлению тонкой слоистости, литологическим границам) соотносились с изоляционным или ингрессионным контактами. Высота порогов стока из котловин определялась по высотной отметке берега без торфа в истоке ручья, вытекающего из озера. Высотные отметки снимались с карты масштаба 1 : 50000.

Изучение микрофоссилий. Диатомовый анализ выполнялся для определения солёности вод бассейна седиментации и индикации палеоэкологических условий, связанных с перемещением береговой линии моря. Применялись общепризнанные методики. Результаты представлялись в виде диаграмм и описания. Диатомовые водоросли классифицировались по классам солёности: полигалобы (предпочитают солёность >30 ‰), мезогалобы (солёность 30-0,2 ‰), олигогалобы/галофилы (предпочитают слегка солёную воду), олигогалобы/индифференты (предпочитают пресную воду, толерантны к солёной воде) и галофобы (пресноводные, солёность <0,2 ‰).

Радиоуглеродное датирование образцов выполнено в лабораториях Университета Вайкато, Новая Зеландия (Wk-образцы), Института геологии и геохимии НАН Беларуси (IGSB-образцы) по принятым методикам.

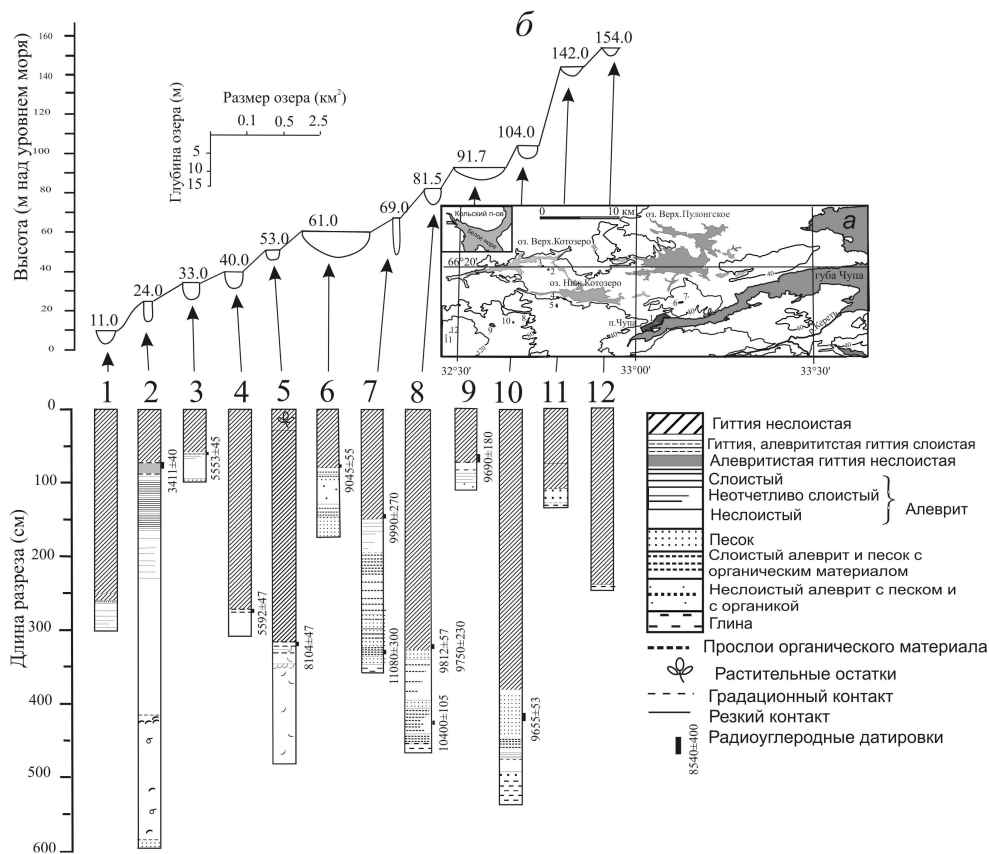


Рис. 1. Район исследования и положение изученных озерных котловин (а), их характеристика и строение разрезов донных осадков (б)

Модельные построения графика перемещения береговой линии моря в позднеледниковье – голоцене осуществлялись на основе сведений о характере переходов от морских осадков к пресноводным озерным, данных о возрасте осадков этих зон и высоте порогов стока из озер. График построен для радиоуглеродного и для калиброванного возраста. Подробно методика работ изложена в (Corner et al., 1999; 2001; Колька и др., 2013а; 2014).

3. Краткая характеристика района работ

Планомерное изучение относительного перемещения береговой линии моря в депрессии Белого моря ведется с конца прошлого века (*Колька и др.*, 2003; 2005; 2012; 2013а, б; 2014; *Н.Б. Лаврова и др.*, 2011; 2013; *Романенко, Шилова*, 2012; *Субетто и др.*, 2012; *Lunka et al.*, 2012) и охватывает разные районы беломорского побережья. Следует отметить, что депрессия Белого моря в разных своих частях (Бассейн Белого моря, Кандалакшский, Онежский и Двинский заливы, пролив Горло и др.) имеет особенности коренной геологии и тектоники, разные глубины, различные сценарии наступления и деградации последнего оледенения. Предполагается, что все это отразилось на характере изменения относительного уровня моря в позднеледниковье и голоцене. Чтобы подтвердить или опровергнуть такое предположение, районы исследований выбирались так, чтобы они располагались на побережье в разных частях Белого моря с учетом различной по глубине акватории моря, прилегающей к исследованному району, в областях развития разновозрастных краевых образований с присущими им особенностями деградации последнего ледника. В настоящей статье представлены результаты по одному из систематической серии районов работ, району пос. Чупа.

Район расположен в 15 км западнее краевых образований стадии сальпаусселькя, возраст которых 11.3-10.8 тыс. ^{14}C лет (*Ekman, Iljin*, 1991), прослеживаемых в Кандалакшском заливе в непосредственной близости от берега моря. Во время оледенения район исследований находился в зоне действия активной Беломорской ледниковой лопасти, продвигавшейся по глубоководной депрессии Белого моря в сторону пролива Горло. Эта зона в настоящее время ограничена локальными ледораздельными образованиями. На севере это радиальный ледораздельный оз с моренной покрывкой, тянущийся в субширотном направлении от оз. Нольозеро на западе до пролива Великая Салма. На юге по линии депрессия оз. Кереть – северный берег оз. Энгозеро – пос. Гридино на берегу Кандалакшского залива, проходит ярко выраженный субширотный радиальный оз, который также является локальным ледоразделом (*Ekman, Iljin*, 1991). В пределах выделенного района отмечено поле друмлинов, указывающее на субширотное направление движения льда Беломорской ледниковой лопасти Скандинавского ледника в трансгрессивную фазу оледенения (*Низмеля и др.*, 1993).

Район исследований находится в окрестностях пос. Чупа, где на участке размером 30×9 км проведено изучение осадков в 12 озерных котловинах с отметками уровня воды в них от 11 до 154 м над уровнем моря (н.у.м.). Размеры озер меняются от 100 до 1 500 м по длинной оси, площадь зеркала воды – от 0.01 до 1.0 км², глубина воды – от 2 до 11 м (рис. 1). Изученные озера находятся в пределах холмистой низменности и занимают эродированные ледником депрессии в породах Чупинского парагнейсового пояса и Керетского зеленокаменного пояса с массивами гранитоидов тоналит-трондьемит-гранодиоритовой ассоциации (*Слабунов*, 2008). К востоку от района пос. Чупа располагается Кандалакшский грабен, который относится к основным структурным элементам рельефа фундамента Балтийского щита.

4. Описание данных и их интерпретация для изученных объектов

В целом седиментационные последовательности донных осадков из озерных котловин побережья Белого моря представлены пятью фаціальными разновидностями (*Колька и др.*, 2005): осадки приледникового озера – фацция фI; осадки переходной зоны от пресноводных (приледникового озера) к морским условиям седиментации – фII; морские осадки – фIII; осадки переходной зоны от морских к озерным условиям седиментации – фIV; осадки пресноводного озера – фV. Описания изученных осадочных последовательностей из озерных котловин района пос. Чупа, а также их возрастная привязка приведены соответственно в табл. 1 и 2. В разрезах донных отложений изученных озер (рис. 1б) встречены как полные, так и редуцированные последовательности. В них выявлены литологические, стратиграфические и тектонические несогласия.

Озеро Чупа 1. Озеро бессточное. Питание озера – атмосферное, дренаж – просачиванием через болото в сторону ручья Среднего, впадающего в губу Чупа.

Озеро находится в центре пос. Чупа. В его котловине изучена осадочная последовательность общей мощностью 280 см (табл. 1, рис. 1б), состоящая из гиттии с алевроитом или песком. Для определения фацальной принадлежности выделенных литологических интервалов был проведен диатомовый анализ (*Алексеева, Корсакова*, 2011), в результате которого было выявлено 69 таксонов диатомовых водорослей и определен интервал перехода от морских условий седиментации к пресноводным (рис. 2).

Литология и диатомовый анализ разреза свидетельствуют, что в озере присутствует регрессивная последовательность литологических фацций фIII-фIV-фV. Длительное время осадки формировались в мелководном морском заливе, где в минеральной части отмечается наличие органики (гиттии?) (интервал 620-455 см). Изоляция водоема от моря началась тогда, когда в слоистой алевроитистой гиттии стали преобладать пресноводные диатомовые водоросли (выше отметки 455 см).

Согласно данным *Романенко и Шиловой* (2012), по полуострову Киндо, расположенному в 15 км севернее озера Прокопьевского, время выхода поверхности морской террасы с отметками примерно 14 м н.у.м. из-под уровня моря составило $2\ 100 \pm 90$ ^{14}C лет, а скорость поднятия территории составляла в это

время примерно 5 мм/год. Это, в целом, согласуется с данными модельной реконструкции относительного перемещения береговой линии моря в районе пос. Чупа (Колька и др., 2005), по которым изоляция депрессии оз. Прокопьевского от моря произошла примерно 1900 ¹⁴C лет назад.

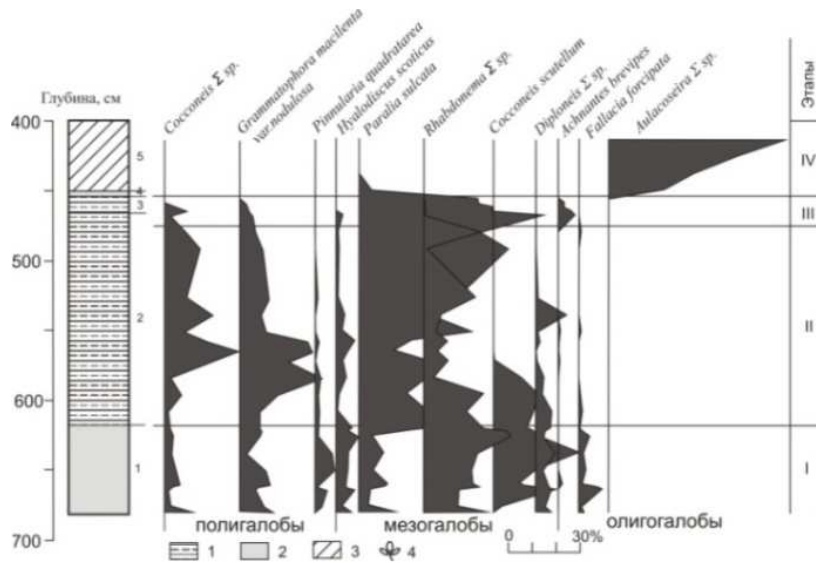


Рис. 2. Распределение диатомей в осадках оз. Прокопьевского. Условные обозначения: 1 – алевритистая гиттия, 2 – алеврит неяснослоистый, 3 – гиттия, 4 – макроостатки растений

Озеро Чупа 2. Питание озера атмосферное и за счет болотных вод, дренаж – через ручей, вытекающий из озера и впадающий в озеро Нижнее Котозеро. Мощность торфа в точке истока ручья 0,4 м.

В озере изучена осадочная последовательность общей мощностью более 6 м (табл. 1, рис. 16). Разрез донных осадков представлен регрессивной последовательностью фаций фIII-фIV-фV.

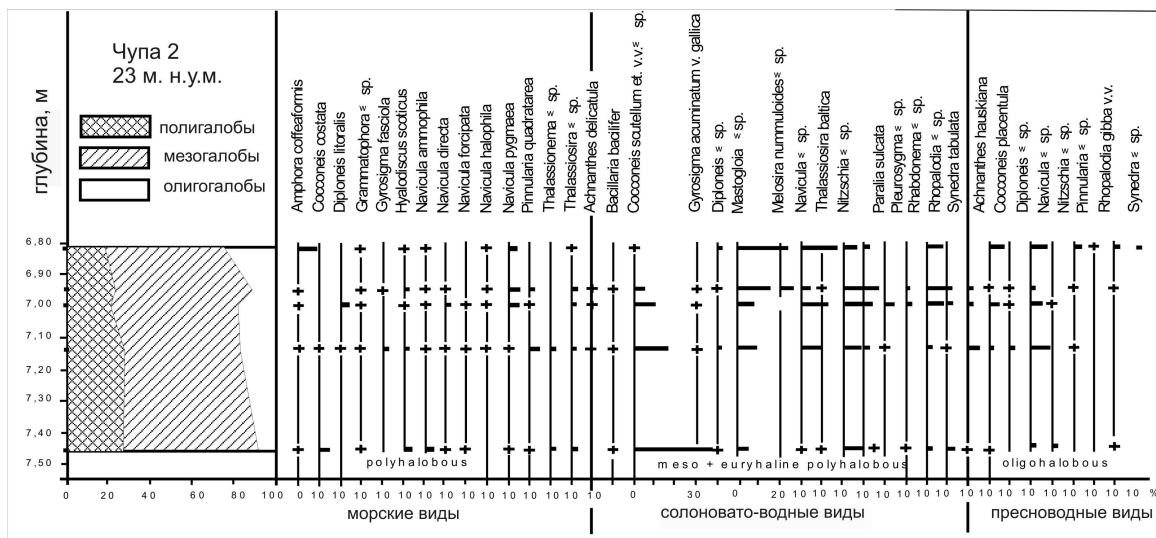


Рис. 3. Распределение диатомей в осадках озера Чупа 2

Для подтверждения положения переходной зоны (фIV), определенной по литологическим данным, проведен диатомовый анализ для интервала 745-680 см (рис. 3). В результате анализа установлено, что в исследованных образцах морские и солоновато водные формы являются доминантами на протяжении всего изученного интервала и составляют примерно 60 % от всего количества видов.

Изоляционный контакт по литологическим данным располагается на контакте алеврита зеленовато-коричневого, неяснослоистого, с прослоем желто-коричневого цвета (интервале 695-694 см) со слоистой, разжиженной гиттией. Однако согласно данным диатомового анализа действительная изоляция озерной депрессии от моря произошла несколько позже, когда количество пресноводных диатомовых стало составлять более 50 %, и произошло это, когда стали формироваться осадки гиттии с органическими остатками (интервал выше 680 см). В разрезе из интервала 673-679 см получена датировка Wk-15432 (табл. 2, рис. 16), которая соответствует изоляционному этапу развития озера.

Озеро Чупа 3. Бессточное малое озеро. Питание озера атмосферное, дренаж – через болото.

Разрез донных осадков озера имеет мощность 100 см. По литологическим данным разрез представлен регрессивной последовательностью (фIII-фIV-фV) (табл. 1). На это указывают и данные диатомового анализа интервала 478-450 см, близкого к изоляционному контакту (рис. 4).

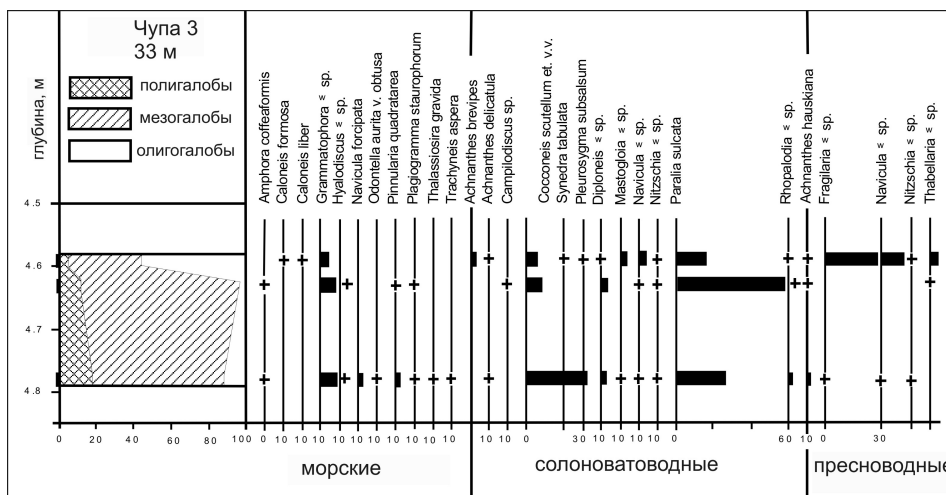


Рис. 4. Распределение диатомей в осадках озера Чупа 3

Диатомовая флора двух нижних образцов свидетельствует о морских условиях седиментации. Здесь, в морском комплексе видов, преобладает *Grammatophora oceanica+arctica*, также присутствуют *Hyalodiscus* sp., *Navicula digitoradiata*, *N. pygmaea*, *Pinnularia quadratarea*, *Plagiogramma staurophorum* и др. Главенствующее положение составляет солонатоводный комплекс, в котором доминируют *Cocconeis scutellum* et v.v., *Paralia sulcata* et v.v. В верхнем образце (460–458 см) в пресноводном комплексе преобладают виды родов *Fragilaria*, *Navicula*, *Tabellaria* – обитатели мелководной зоны и дна небольших водоемов.

Таким образом, согласно литологическим и микропалеонтологическим данным, изоляционный контакт располагается у основания слоя алевролита с градиционно меняющимся цветом осадка, из-за увеличения количества органики (гиттии) в разрезе. Из интервала 452-458 см, соответствующего изоляционному этапу развития озерной депрессии, получена радиоуглеродная датировка Wk-15433 (табл. 2, рис. 1б).

Озеро Чупа 4. Озеро бессточное. Питание озера происходит за счет атмосферных осадков, а дренаж – через болото на восточном берегу. Мощность торфа 0.4 м.

В озере изучен разрез донных осадков мощностью 150 см, представляющий собой типичную регрессивную последовательность фаций фIII-фIV-фV (табл. 1, рис. 1б), которая определялась по изменению состава осадка и его текстуры и была подтверждена данными диатомового анализа в интервале перехода от алевролитов к гиттии (инт. 523-508.5 см) (рис. 5).

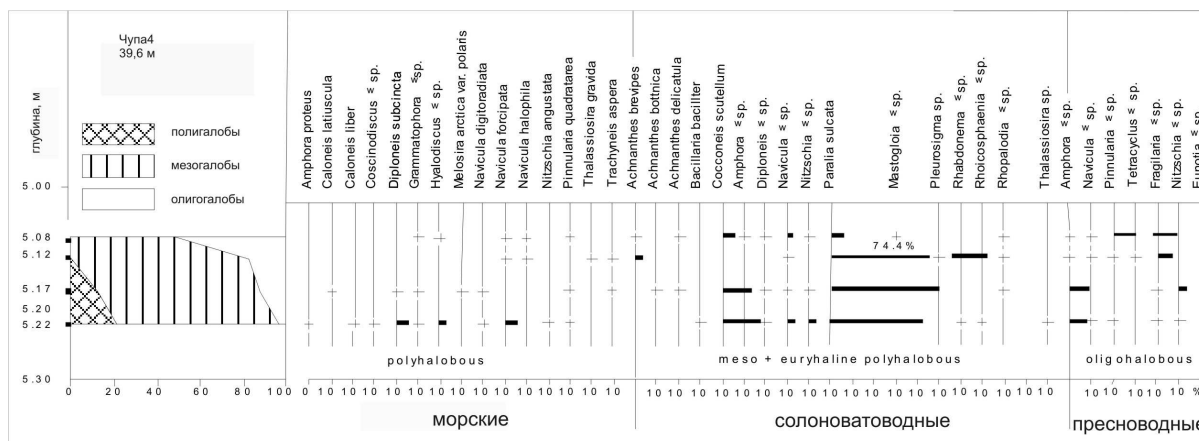


Рис. 5. Распределение диатомей в осадках озера Чупа 4

Здесь установлено, что при высоком видовом разнообразии пресноводных видов диатомовых, в процентном отношении, по разрезу преобладают морские и солонатоводные виды. Участие пресноводного комплекса возрастает снизу вверх по разрезу и в образце из интервала 508,5-509 см

составляет около 50 %. Это указывает на постепенную смену морских условий седиментации на пресноводные условия.

Из интервала 510-514 см, который соответствует времени начала изоляции озерной депрессии от моря, получена радиоуглеродная датировка Wk-15426 (табл. 2, рис. 16).

Озеро Чупа 5. На западе и юге озеро ограничено обширным болотом, за счет которого происходит его питание. Дренаж озера – через ручей, вытекающий из него в направлении оз. Нижнее Котозеро.

Мощность донных осадков в озере составила 400 см. Разрез представлен регрессивной последовательностью донных осадков фаций фIII-фIV-фV (табл. 1). По данным диатомового анализа (рис. 6) в интервале донных осадков, близком к изоляционному контакту, можно утверждать, что диатомовые комплексы нижних трех образцов развивались в условиях мелководной морской литорали. Присутствие пресноводных форм в этих же трех образцах стабильно и составляет 15-20 %, что свидетельствует о близости береговой линии и выносе пресноводных диатомовых водорослей с реками и ручьями, а также возможном их развитии вблизи береговой линии.

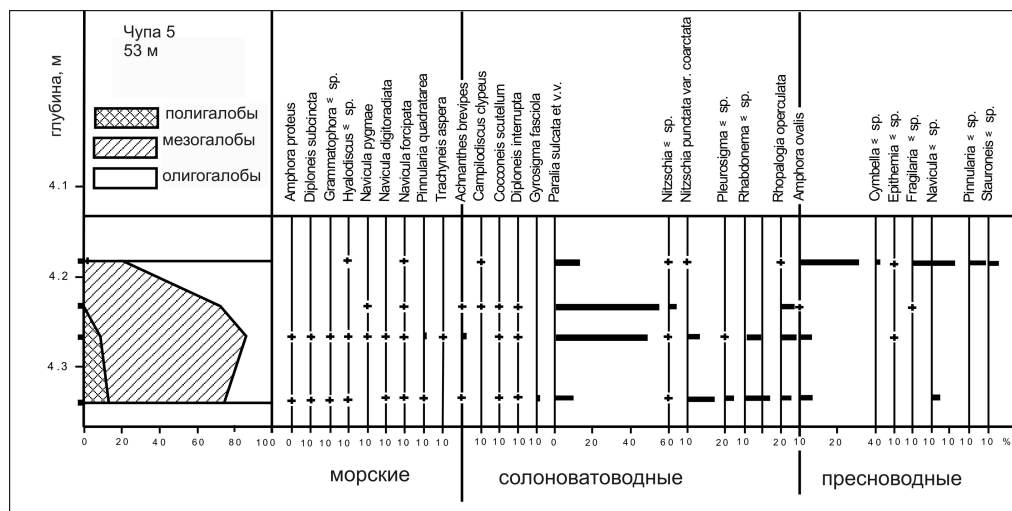


Рис. 6. Распределение диатомей в осадках озера Чупа 5

Согласно литологическим данным и данным диатомового анализа, переход от морских условий седиментации к пресноводным сначала был градиционным постепенным. Это проявилось в изменении цвета. В сером алевролите проявились коричневые оттенки. Затем, на отметке 425 см (табл. 1), отмечается резкий контакт, свидетельствующий о резкой смене условий седиментации и стратиграфическом несогласии. На это реагирует и диатомовое сообщество, в верхнем образце количество диатомовых видов превышает 50 %.

Из интервала 418-423 см получена радиоуглеродная датировка Wk-15427, которая соответствует времени изоляции депрессии от морского бассейна (табл. 2).

Таблица 1. Описание литологической последовательности донных осадков в котловинах озер, изученных в районе пос. Чупа

Лито-фация	Интервал глубин, см	Литологическое описание
Озеро 1 (Прокопьевское): порог стока 11.0 м н.у.м., разм. озера 300×100 м, глубина в месте отбора 4.0 м		
V	400-451	Гиттия темно-коричневая, неслоистая, с единичными макроостатками растений
IV	451-455	Гиттия с алевролитом светло-коричневая, неслоистая, с растительными остатками
III	455-469	Гиттия с алевролитом светло-коричневая, слоистая, цвет слоев изменяется от коричневого до черного, отмечены макроостатки растений
	469-620	Гиттия с алевролитом и песком, слоистая, слои от черного до светло-коричневого цвета, с макроостатками растений, в интервале 581 обнаружено гравийное зерно
	620-680	Алевролит серый до черного с оливковым оттенком, неяснослоистый
Озеро 2 (безымянное): порог стока 23.0 м н.у.м., размеры озера 100×200 м, глубина в месте отбора 6.0 м		
V	600-680	Гиттия темно-коричневая, неслоистая, с органическими остатками
	680-694	Гиттия коричневая, слоистая, сильно разжижена
IV	694-700	Алевролит зеленовато-коричневый, неяснослоистый, в интервале 695-694 прослой желто-коричневого цвета
III	700-834	Алевролит светло-зеленый, слоистый, неяснослоистый
	834-1020	Алевролит зеленый, неслоистый, вверх по разрезу происходит осветление цвета
	1020-1198	Алевролит зеленый, неслоистый, с раковинами, в инт. 1038-1037 прослой ракушняк
	1198-1210	Песок серый, ср-кр/з, неслоистый

Озеро 3 (безымянное): порог стока 33.0 м н.у.м., размеры 250×70 м, глубина в месте отбора 4.0 м		
V	400-456	Гиттия темно-коричневая до черной, разжижена
IV	456-463	Алеврит с гиттией, зеленовато-коричневый, наблюдается градиционное изменение цвета осадка
III	463-496	Алеврит темно-зеленый, неслоистый. Переход в вышележащий слой градиционный
	496-500	Песок темно-зеленый, ср/з, неслоистый
Озеро 4 (безымянное): порог стока 39.6 м н.у.м., размер озера 500×100 м, глубина в месте отбора 4.3 м		
V	430-510	Гиттия темно-коричневая до черной, неслоистая, в верхней части разжижена
IV	510-514	Алеврит с гиттией, неяснослоистый, интервал разжижен
III	514-560	Алеврит коричневый, светло-коричневый, неслоистый
	560-580	Алеврит серый, темно-серый, неслоистый
Озеро 5 (безымянное): порог стока 53.0 м н.у.м., размер озера 150×100 м, глубина в месте отбора 2.0 м		
V	200-240	Гиттия черная с растительными остатками, уплотненная
	240-420	Гиттия черная, неслоистая
IV	420-425	Гиттия коричневая, неяснослоистая, неслоистая
III	425-433	Алеврит с коричневатым оттенком, неяснослоистый, с ракушняковым детритом. Граница с вышележащим слоем резкая
	433-450	Алеврит с обломками раковин (50/50), кверху количество раковин уменьшается
	450-600	Алеврит серый, неслоистый, с ракушняковым детритом
Озеро 6 (безымянное): порог стока 60.9 м н.у.м., размеры 600×150 м, глубина в месте отбора 7.0 м		
V	700-879	Гиттия черная, неслоистая
IV	879-881	Гиттия светло-коричневая, неслоистая
III	881-928	Алеврит серый с муаровыми текстурами, встречены зерна гравия, в интервале 894-894.5 прослой песка. Переход в нижележащий слой резкий
II	928-940	Алеврит с органикой, слоистый, слойки от серого до черного цвета. Соотношение органики и минеральной части 50 : 50 %
	940-946	Алеврит с органическим материалом, неслоистый. Наличие органики проявляется в изменении цвета. В серых алевритах отчетливо намечаются коричневые тона
I	946-973	Алеврит с песком, серый, неслоистый. Переход в вышележащий слой постепенный.
Озеро 7 (безымянное): порог стока 69.0 м н.у.м., диаметр ~100 м, глубина в месте отбора 10.5 м		
V	1050-1196	Гиттия темно-коричневая, неслоистая
IV	1196-1198	Гиттия светло-коричневая, слоистая
III	1198-1240	Алеврит зеленый, неслоистый, неяснослоистый
	1240-1260	Алеврит с органикой, цвет темно-зеленый, слоистый
	1260-1270	Переслаивание органики с алевритом в соотношении 50/50, происходит градиционное изменение цвета от черного до темно-зеленого
	1270-1326	Переслаивание органики с алевритом в соотношении 60/40, интервал черного цвета
	1326-1333	Песок темно-серый, м/з, неслоистый
	1333-1345	Песок серый, ср/з, неслоистый
	1345-1366	Переслаивание песка и органики
	1366-1367	Прослой органики
	1367-1371	Песок ср/з, неслоистый
II	1371-1386	Песок ср/з серый с прослоями органики коричневого цвета
I	1386-1394	Песок серый, ср/з, неслоистый
	1394-1401	Алеврит неслоистый с включением округлой формы песка
	1401-1410	Глина (алеваит т/з ?) серая, неслоистая
Озеро 8 (безымянное): порог стока 81.5 м н.у.м., размеры 800×200 м, глубина в месте отбора 4.2 м		
	420-502	Гиттия темно-коричневая до черной, неслоистая
	502-680	Гиттия коричневая с оливковым оттенком, неслоистая, с остатками растений
	680-695	Гиттия светло-коричневая, неслоистая, с минеральными частицами
	695-720	Алеврит с м/з песком от серого до темно-серого цвета, неяснослоистый, с единичными макроостатками растений
	720-791	Алеврит с м/з песком серого цвета, слоистый, с прослоями органического материала
	791-805	Песок серый, м/з, в интервале 799-791 с органикой
	805-824	Песок т/з с алевритом и органикой, интервал черный, слоистый
	824-840	Алеврит с органикой, слоистый
	840-850	Песок серый, т/з, неслоистый, с незначительной примесью органики
	850-885	Ленточные глины с отдельными зернами кр/з песка светло-серые
Озеро 9 (Каменное): порог стока 91.7 м н.у.м., размеры озера 700×300 м, глубина в месте отбора 3.6 м		
V	360-821	Гиттия черная, плотная
IV	821-823	Алеврит с гиттией, неотчетливо-слоистый
III	823-833	Алеврит серый, неслоистый
	833-849	Алеврит серый, слоистый, в интервале 840-833 неяснослоистый. Граница с нижележащим слоем резкая
I	849-860	Алеврит серый, неслоистый, в нижней части с неокатанным гравием

Озеро 10 (безымянное): порог стока 104.0 м н.у.м., размеры 300×150 м, глубина в месте отбора 3.8 м		
V	380-774	Гиттия коричневая, неслоистая, сильно разжижена
IV	774-816	Гиттия с алевритом, слоистая
	816-833	Гиттия с алевритом, черная, неслоистая, неяснослоистая
III	833-844	Песок с алевритом и органикой, интервал черного цвета
	844-850	Песок м/з серый, неслоистый
	850-860	Алеврит серый, неяснослоистый
	860-879	Алеврит серый, неслоистый
I	879-886	Песок м/з с гравием, серый, очень плотный. Граница с вышележащим слоем резкая.
	886-890	Алеврит (глина ?) серого цвета, неслоистый интервал

Озеро Чупа 6. Питание озера атмосферное, дренаж в сторону губы Чупа просачиванием через болото, расположенное на южном берегу озера. Мощность торфа – до 1 м.

Мощность донных осадков в озере Чупа 6 составила 273 см. Разрез донных осадков этой озерной котловины отличается от предыдущих тем, что в нем присутствует литологическая последовательность, состоящая из пяти литологических фаций: фI-фII-фIII-фIV-фV (табл. 1). Изучение диатомовых сообществ в разрезе проведено для всех выделенных литологических фаций. В результате диатомового анализа установлено, что интервал 946-973 см представлен серым алевритом и песком, не содержит створок диатомовых. В остальных изученных образцах установлен довольно разнообразный диатомовый комплекс, состоящий из 116 видов и разновидностей диатомовой флоры. На рис. 7 представлены главные виды.

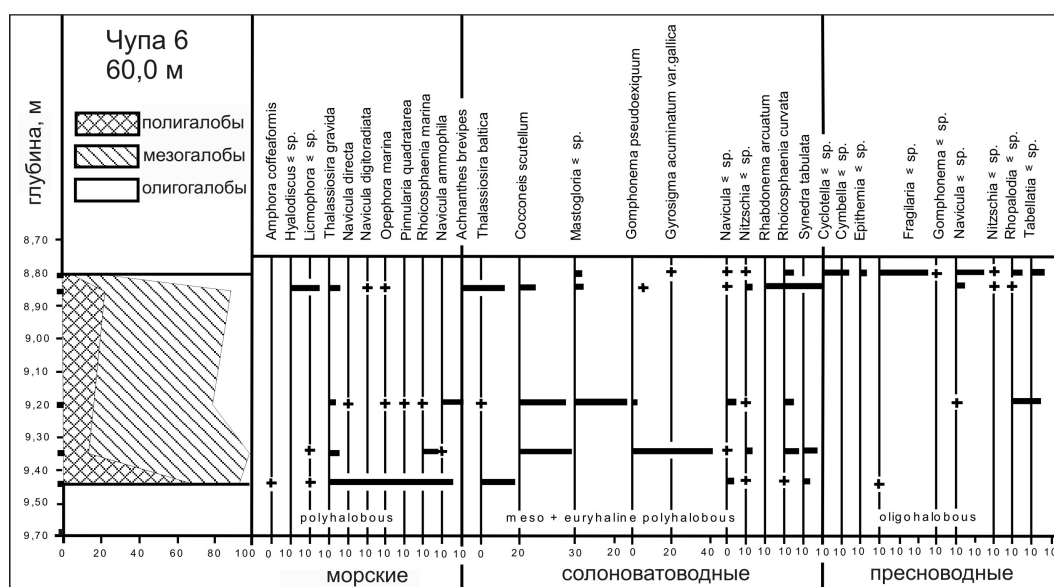


Рис. 7. Распределение диатомей в осадках озера Чупа 6

Литология и диатомовый анализ разреза свидетельствуют о том, что осадконакопление в данной озерной депрессии начиналось в суровых условиях приледникового пресноводного бассейна, о чем свидетельствует отсутствие створок диатомовых в сером алеврите с песком. Затем последовала позднеледниковая трансгрессия, осадки которой (фII) представлены неслоистыми алевритами с органикой, которые выше сменяются переслаиванием слоев алеврита и органики (табл. 1). Следует отметить, что слоистые осадки фации фII, в других районах Белого моря, например в районе Умба (Колька и др., 2013), начинали формироваться в условиях пресноводного приледникового бассейна и только потом постепенно становились морскими. В районе пос. Чупа такой переход происходил очень быстро, и осадки фII формировались преимущественно в морских условиях. В осадках озера 6 видно, как при ингрессии здесь очень быстро наступили морские обстановки (фIII). Переход от морских условий к современным озерным резкий, со стратиграфическим несогласием. Несогласие могло быть вызвано очень быстрой изоляцией озерной депрессии от моря.

Из интервала 881-876 см получена радиоуглеродная датировка Wk-15431 (табл. 2), которая соответствует времени изоляции депрессии от морского бассейна.

Озеро Чупа 7. Питание атмосферное, дренаж – через болото в сторону губы Чупа.

Мощность донных осадков в озере Чупа 7 составила 360 см. Последовательность донных осадков представлена полным набором литологических фаций фI-фII-фIII-фIV-фV (табл. 1). Изучение диатомовых сообществ (рис. 8) в разрезе проведено для всего разреза. В результате диатомового анализа

установлено (образец 1409-1408 см), что интервал, представленный серой неслоистой глиной (тонкозернистым алевритом?) не содержит створок диатомовых. В остальных образцах обнаружено 147 видов и разновидностей диатомовых, из них: 22 морских таксона, 49 солоноватоводных, 76 пресноводных. На рис. 8 представлены главные виды.

Формирование осадков фI проходило в суровых условиях приледникового бассейна. При ингрессионном повышении уровня водоема, за счет поступления морских вод в бассейн, формировались среднезернистые пески с органическим материалом (фII). Органический материал здесь, возможно, представлен водорослями или остатками растений, снесенными в бассейн с окрестных возвышенностей нагонными течениями, высокими приливами и т.п. Позднеледниковая трансгрессия очень быстро привела к установлению морских условий осадконакопления, на что указывает распределение диатомовых (рис. 8).

В интервале глубин 1290-1200 см состав господствующих форм несколько изменился. Как видно из диаграммы, более высокое содержание *Mastogloia* и *Nitzschia*, а также значительное присутствие пресноводных видов (до 30 %) могут свидетельствовать о снижении уровня воды, усилении берегового сноса, т.е. об отступлении моря и изоляции озерного бассейна от моря. В пресноводном комплексе (выше отм. 1195 см) основную роль играют эпифиты из родов *Fragilaria* sp., *Tabellaria* sp., *Achnanthes*, *Comphonema*, а также донные *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, характерные для мелководного небольшого водоема. Все они хорошей сохранности.

Характерная особенность этого разреза – наличие двух переходных зон, ингрессионной (фII) и регрессивной (фIV).

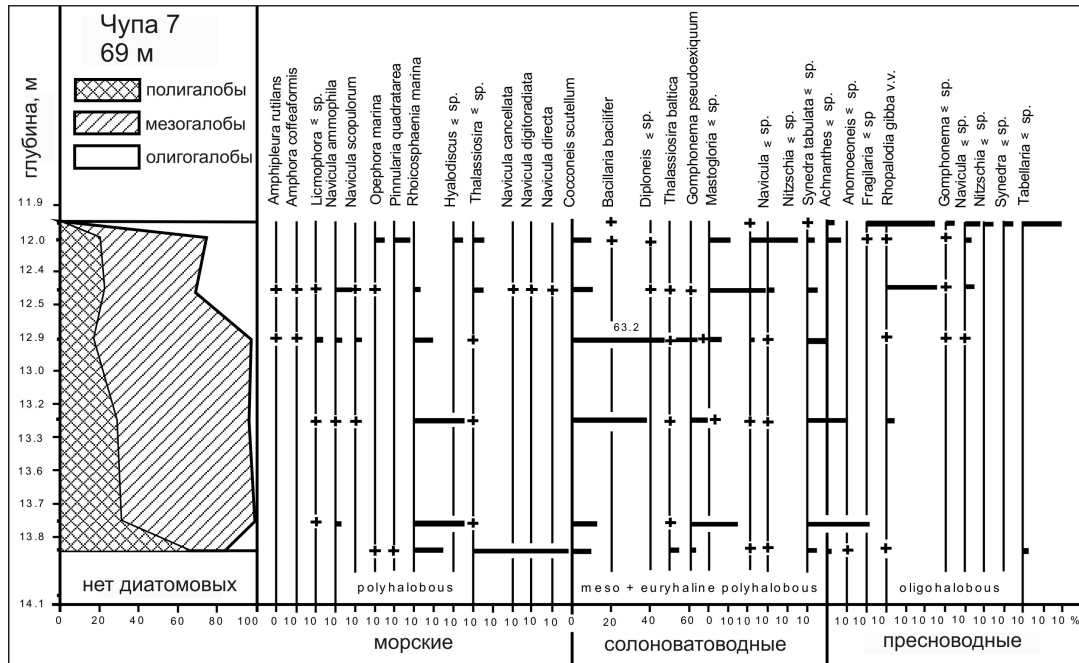


Рис. 8. Распределение диатомей в осадках озера Чупа 7

Для обеих переходных зон получены радиоуглеродные датировки. Для ингрессионной зоны из интервала 1373-1386 см (IGSB-994), для регрессивной зоны из интервала 1191-1196 см (IGSB-992).

Озеро Чупа 8. Питание атмосферное, дренаж – через небольшой ручей, вытекающий из восточной части озера в направлении оз. Нижнее Котозеро.

Разрез общей мощностью 452 см представлен полной последовательностью литологической фаций фI-фII-фIII-фIV-фV (табл. 1). Для подробной микропалеонтологической характеристики разреза проведены споро-пыльцевой (Лаврова и др., 2013) и диатомовый анализ (Толстоброва и др., 2014).

По данным диатомового анализа в осадках озера обнаружено 197 видов и разновидностей диатомовых водорослей. На рис. 9 представлены главные виды. В базальной части разреза, соответствующей ленточным глинам, диатомовые водоросли отсутствуют. Только в перекрывающих глины песках обнаружены одиночные створки и обломки створок диатомовых, относящихся к пресноводно-солоноватоводным (галофилам). Выше расположенные пески и алевриты с органикой (фII), согласно диатомовому анализу, формировались в солоновато водном неглубоком водоеме. Судя по датировке Wk-15428 ($10400 \pm 105^{14}\text{C}$ лет), который получен из верхней части фII, в это время (поздний дриас) здесь еще продолжалась позднеледниковая трансгрессия. Верхняя часть разреза представляет собой регрессивную последовательность фIII-фIV-фV. Здесь из интервала 716-721 см получены две радиоуглеродные датировки (Wk-15429, IGSB-1000) (табл. 2), отвечающие изоляционному этапу развития озера.

Озеро Чупа 9 (Каменное). Питание озера атмосферное и за счет болотных вод, дренаж – через ручей, вытекающий из озера и впадающий в озеро Верхнее Веркозеро.

Мощность донных осадков в озере Чупа 9 составила 489 см (табл. 1). Разрез представлен последовательностью литологических фаций фI-фIII-фIV-фV. Для подтверждения положения переходной зоны фIV, определенной по литологическим данным, был проведен диатомовый анализ четырех образцов (рис. 10). В образцах установлено 104 вида и разновидностей диатомовой флоры. Морских видов – 7, солоноватоводных – 20, пресноводных – 77. На рис. 10 представлены только главные виды.

В процентном отношении в трех нижних образцах преобладают морские и солоноватоводные виды, составляя 56-67 % (рис. 10). В верхнем образце преобладают пресноводные формы. Судя по литологическим данным, осадки приледникового озера в последовательности представлены алевритом в нижней части с не окатанным гравием. Со стратиграфическим несогласием осадки фI сменяются морскими осадками фIII. Такое несогласие, очевидно, вызвано быстрой позднеледниковой трансгрессией. Верхняя часть последовательности (833-360) представляет собой типичный регрессивный разрез.

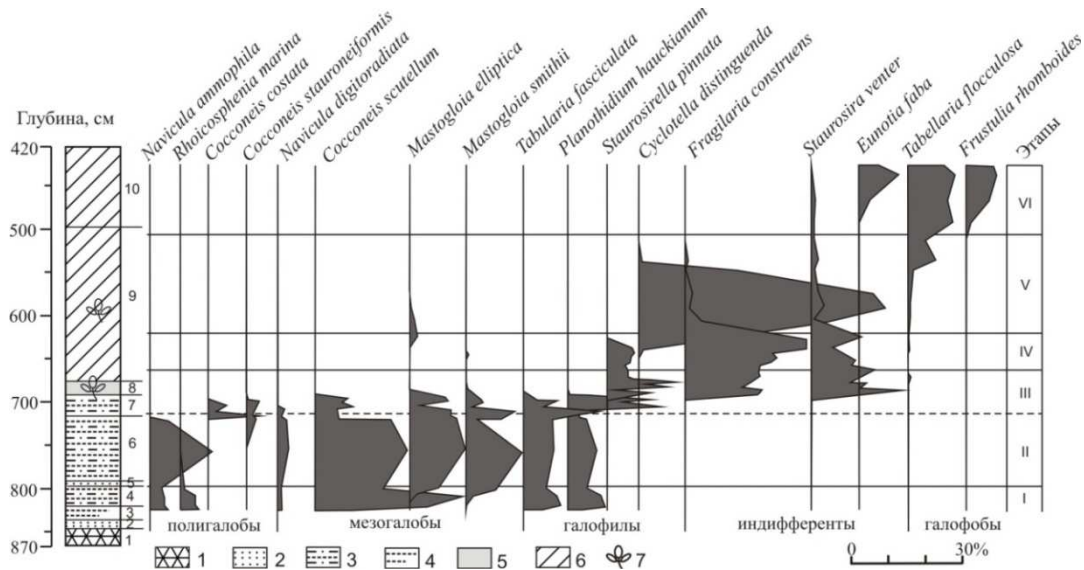


Рис. 9. Распределение диатомей в осадках озера с абс. отм. 81.5 м н.у.м.

Условные обозначения: 1 – ленточная глина, 2 – песок, 3 – песок с алевритом и органикой, 4 – алеврит с органикой, 5 – алевритистая гиттия, 6 – гиттия, 7 – макроостатки растений

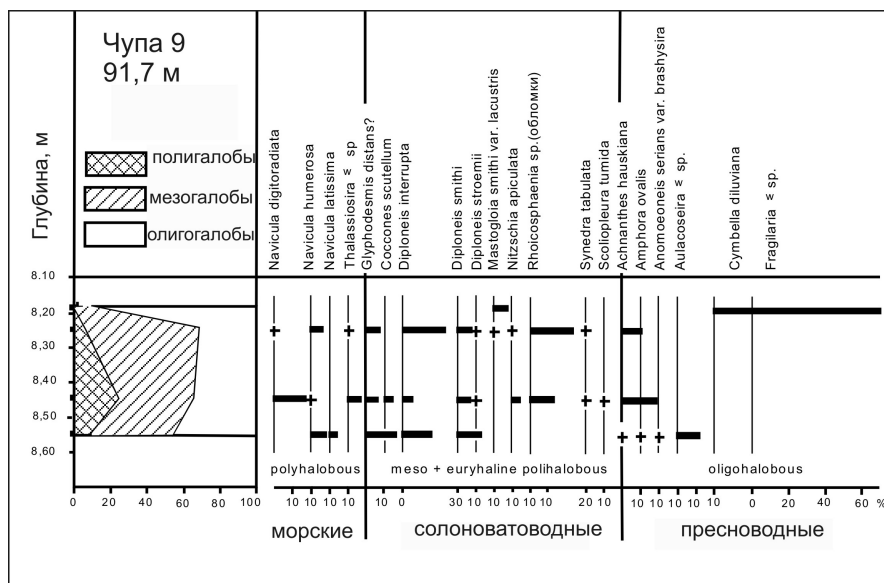


Рис. 10. Распределение диатомей в осадках озера Чупа 9

Из интервала 818-823 см получена радиоуглеродная датировка IGSB-999 (табл. 2), которая соответствует времени изоляции депрессии от морского бассейна.

Таблица 2. Данные радиоуглеродного датирования и калиброванный календарный возраст образцов из донных осадков озер в районе пос. Чупа

Озеро, высота порога стока, м н.у.м.	Координаты отбора керна	Лабораторный № образца	Глубина отбора образца, м от поверхности воды	Радиоуглеродный возраст, ^{14}C , л.н.	Календарный возраст, годы*	Событие, соответствующее датированному интервалу
Чупа 2, 24	66°18'59" 32°46'30"	Wk-15432	6.73-6.79	3411 ± 40	3664 ± 49	Изоляционное
Чупа 3, 33	66°20'19" 32°43'47"	Wk-15433	4.52-4.58	5553 ± 45	6354 ± 39	То же
Чупа 4, 40	66°18'09" 32°46'40"	Wk-15426	5.10-5.14	5592 ± 47	6375 ± 45	—
Чупа 5, 53	66°17'20" 32°46'40"	Wk-15427	4.18-4.23	8104 ± 47	9059 ± 48	—
Чупа 6, 61	66°17'44" 33°08'29"	Wk-15431	8.81-8.76	9045 ± 55	10219 ± 20	—
Чупа 7, 69	66°18'05" 33°09'57"	IGSB-992	11.91-11.96	9990 ± 270	11628 ± 437	—
Чупа 7, 69	66°18'05" 33°09'57"	IGSB-994	13.73-13.86	11080 ± 300	13024 ± 277	—
Чупа 8, 81,5	66°16'36" 32°41'28"	Wk-15428	8.30-8.37	10400 ± 105	12305 ± 219	Постызоляционное
Чупа 8, 81,5	66°16'36" 32°41'28"	Wk-15429 IGSB-1000	7.16-7.21	9812 ± 57 9750 ± 230	11233 ± 3 11191 ± 387	Изоляционное
Чупа 9, 91,5	66°16'01" 32°35'15"	IGSB 999	8.18-8.23	9690 ± 180	11032 ± 252	То же
Чупа 10, 104	66°16'17" 32°38'40"	Wk-15430	7.74-7.69	9655 ± 53	11015 ± 138	Постызоляционное

Примечание. * – определен на сайте www.calpal-online.de.

Озеро Чупа 10. Питание атмосферное, дренаж – через ручей, вытекающий из южной оконечности озера.

В озере отобрана колонка донных осадков мощностью 510 см (табл. 1). По литологическим данным последовательность представлена усеченным набором литологических фаций фI-фII-фIV-фV. Диатомовый анализ для этой последовательности не проводился. Характерной особенностью этого разреза является экстремально мощная переходная зона от морских осадков к осадкам пресноводного озера (интервал 774-833 см). Мощность их составляет 59 см. Это может свидетельствовать о длительном стоянии уровня моря в это время у порога стока из депрессии озера 10. Так как на более высоких отметках нет следов присутствия моря в этом районе, можно сделать вывод, что в результате позднеледниковой трансгрессии море поднималось до абсолютной отметки близкой к 104 м. Из разреза озера 10 получена радиоуглеродная датировка Wk-15430 (табл. 2), соответствующая постызоляционному времени.

В районе пос. Чупа также исследованы два озера расположенные выше верхней морской границы, Чупа 11 с порогом стока, 146 м н.у.м. и Чупа 12 с порогом стока 154 м н.у.м (рис. 16). В обоих озерах встречены редуцированные последовательности литологических фаций фI-фV. Результаты, полученные для этих озер, не использовались для построения графика относительного перемещения уровня моря.

5. Обсуждение полученных результатов и выводы

График относительного перемещения береговой линии моря (рис. 11) построен как для углеродного, так и для калиброванного календарного возраста.

В соответствии с набором фаций, характерных для депрессии Белого моря (Колька и др., 2005), в изученных озерах района пос. Чупа выделены три группы седиментационных последовательностей. Наиболее полный набор фаций фI-фII-фIII-фIV-фV установлен в котловинах озер 6 (61.0 м н.у.м.), 7 (69.0 м н.у.м.), 8 (81.5 м н.у.м.). В озерах 9 (91.7 м н.у.м.) и 10 (104.0 м н.у.м.) отмечается отсутствие выраженной фII, что может свидетельствовать о быстрой трансгрессии. В озерных котловинах 1, 2, 3, 4, 5 (с отметками 11.0, 23.0, 33.0, 40.0, 53.0 н.у.м. соответственно) установлены осадки закономерной регрессивной последовательности, представленной фациями III-IV-V (табл. 1). Осадки в котловинах озер 11 (142.0 м н.у.м.) и 12 (154.0 м н.у.м.) представлены редуцированными последовательностями фI-фV. Это означает, что котловины расположены выше верхней морской границы и морская трансгрессия не достигала их отметок. Радиоуглеродным методом были датированы осадки переходных зон (ф II) из озер 7 и 8, а также осадки переходных зон (ф IV) из девяти котловин, расположенных ниже верхней морской границы. На их основе построена кривая относительного перемещения береговой линии моря (рис. 11). Анализ кривой относительного перемещения береговой линии (рис. 11) показывает, что в районе пос. Чупа в позднеледниковье (временной интервал около 13 000-11 500 л.н. (кал.)) произошла стремительная трансгрессия моря. Верхняя ее граница точно не установлена. Можно сказать, что она расположена выше

104 м н.у.м., но ниже 142 м н.у.м, т.к. в седиментационной последовательности из котловины озера 11 (142 м н.у.м.) (рис. 16) морские осадки не обнаружены.

В интервале 11050-10800 л.н. (кал.) реконструирована такая же резкая, со скоростью 7 см/год, регрессия береговой линии моря. Позже, 10800-6300 л.н. (кал.), скорость регрессии составила приблизительно 1 см/год, а л.н. (кал.) произошло одномоментное поднятие континента, когда регрессия береговой линии составила 7 м. Это отражено в одинаковых радиоуглеродных датировках осадков фации IV из озер 4 (40.0 м н.у.м) и 3 (33.0 м н.у.м), которые составляют 5592 ± 47 ^{14}C л.н. (6375 ± 45 л.н. (кал.)) и 5553 ± 45 ^{14}C л.н. (6354 ± 39 л.н. (кал.)) соответственно (рис. 76). Такое резкое поднятие объясняется тектоническими блоковыми движениями, однако вопрос требует дальнейшего изучения. Во временном интервале 6330-3800 л.н. (кал.) скорость регрессии береговой линии из-за поднятия континента составила около 0.4 см/год, а позже увеличивалась до 0.7 см/год.

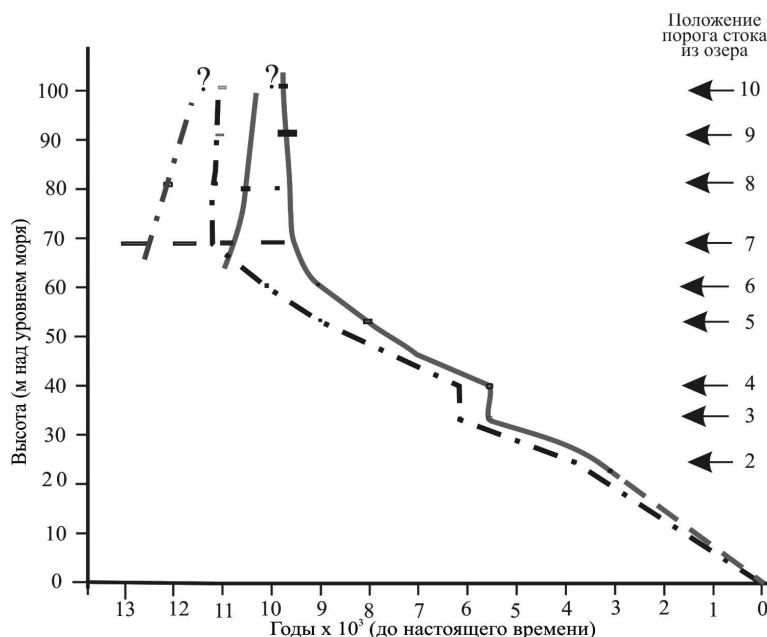


Рис. 11. График относительного перемещения береговой линии моря в позднеледниковье и голоцене для района пос. Чупа. Сплошной линией для радиоуглеродного возраста, штрих-пунктирной – для калиброванного календарного

Работа выполнена в Геологическом институте КНЦ РАН при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-05-00791а).

Литература

- Corner G.D., Kolka V.V., Yevzerov V.Ya., Moller J.J.** Postglacial relative sea-level change and stratigraphy of raised coastal basins on Kola Peninsula, northwest Russia. *Global and Planetary Change*. 2001. V. 31. P. 153-175.
- Corner G.D., Yevzerov V.Ya., Kolka V.V., Moller J.J.** Isolation basin stratigraphy and Holocene relative sea-level change at the Norwegian-Russian border north of Nikel, northwest Russia. *Boreas*. 1999. V. 28, N 1. P. 146-166.
- Donner J., Eronen M., Jungner H.** The dating of the Holocene relative sea-level changes in Finnmark, North Norway. *Norsk geografisk Tidsskrift*. 1977. V. 31. P. 103-128.
- Ekman I., Iljin V.** Eastern Fennoscandian younger dryas and moraines. Espoo, Geol. Surv. Finland, 1991. P. 73-99.
- Lunkka J.-P., Putkinen N., Miettinen A.** Shoreline displacement in the Belomorsk area, NW Russia during the younger dryas stadial. *Quaternary Science Reviews*. 2012. V. 37. P. 26-37.
- Ramsay W.** Über die Geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartarzeit. *Fennia*. 1898. V. 16, N 1. 151 p.
- Svendsen J.I., Mangerud J.** Late Weichselian and Holocene sea-level history for a cross-section of the western Norway. *Journal of Quaternary Science*. 1987. N 2. P. 113-132.
- Алексеева А.Н., Корсакова О.П.** Условия формирования донных отложений озера Прокопьевское по данным диатомового анализа (северная Карелия) // Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Мат. VII Всерос. совещание по изучению четвертичного периода (Апатиты, 12-17 сентября

- 2011 г.). В 2 т. Рос. акад. наук, Отд. наук о Земле, Комиссия по изуч. четвертич. периода, Геологический ин-т КНЦ РАН. Апатиты; СПб, 2011. Т. 1 (А-К). С. 24-25.
- Колька В.В., Евзеров В.Я., Меллер Я., Корнер Д.** Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова. Апатиты, КНЦ РАН, 2005. С. 15-25.
- Колька В.В., Евзеров В.Я., Меллер Я.И., Корнер Д.Д.** Перемещение уровня моря в позднем плейстоцене-голоцене и стратиграфия донных осадков изолированных озер на южном берегу Кольского полуострова, в районе поселка Умба. Известия РАН. Серия геогр. 2013. № 1. С. 73-88.
- Колька В.В., Корсакова О.П.** Применение геологических методов для датирования каменных лабиринтов на побережье Белого моря. Вестник МГТУ. 2012. Т. 15, № 2. С. 349-356.
- Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С. и др.** Временная последовательность перемещения береговой линии Белого моря в голоцене по данным изучения донных отложений озер района Кузема (Северная Карелия). Известия РГО. 2014. Т. 146, Вып. 6. С. 14-26.
- Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С. и др.** Реконструкция относительного положения уровня Белого моря в голоцене на Карельском берегу (район пос. Энгозеро, северная Карелия). ДАН. 2013. Т. 449, № 5. С. 587-592.
- Кошечкин Б.И.** Голоценовая тектоника восточной части Балтийского щита. Л., Наука, 1979. 158 с.
- Лаврова М.А.** Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л., Изд. АН СССР, 1960. 234 с.
- Лаврова Н.Б., Колька В.В., Корсакова О.П.** Некоторые особенности палиноспектров донных отложений малых озер северной части Прибеломорской низменности. Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 14. Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2011. С. 197-202.
- Лаврова Н.Б., Колька В.В., Корсакова О.П.** Палинологическая характеристика донных отложений малых озер Поморского берега Белого моря (р-он пос. Сумпосад) и Сумозерской островной возвышенности. Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 16. Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2013. С. 122-131.
- Ниэмеля Й., Экман И.М., Лукашов А.Д. (ред.)** 1993. Карта. Четвертичные отложения Финляндии и Северо-запада Российской Федерации и их сырьевые ресурсы. Масштаб 1:1000000. Эспоо, Геологический научно-исследовательский институт Финляндии.
- Романенко Ф.А., Шилова О.С.** Последледниковое поднятие карельского бурега Белого моря по данным радиоуглеродного и диатомового анализов озерно-болотных отложений п-ва Киндо. ДАН. 2012. Т. 442, № 4. С. 544-548.
- Слабунов А.И.** Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2008. 296 с.
- Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В. и др.** Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорость современного озерного осадконакопления. ДАН. 2012. Т. 446, № 2. С. 183-190.
- Толстоброва А.Н., Толстобров Д.С., Корсакова О.П., Колька В.В.** Комплексы диатомовых водорослей в голоценовых осадках озер на Карельском берегу Белого моря (палеоэкологические аспекты) // Мат. XXV Междун. береговой конференции. Т. 2. М., ГЕОС, 2014. С. 46-48.

References

- Alekseeva A.N., Korsakova O.P.** Usloviya formirovaniya donnyih otlozheniy ozera Prokopevskoe po dannym diatomovogo analiza (severnaya Kareliya) [Forming conditions of bottom sediment of the Procopievskoe lake (Northern Karelia) according to the diatom data] // Kvarter vo vsem ego mnogoobrazii. Fundamentalnye problemy, itogi izucheniya i osnovnyie napravleniya dalneyshih issledovaniy: Mat. VII Vseros. soveshanie po izucheniyu chetvertichnogo perioda (Apatityi, 12-17 sentyabrya 2011 g.). V 2 t. Ros. akad. nauk, Otd. nauk o Zemle, Komissiya po izuch. chetvertich. perioda, Geologicheskii in-t KNTs RAN. Apatityi; SPb, 2011. T. 1 (A-K). P. 24-25.
- Kolka V.V., Evzerov V.Ya., Meller Ya., Korner D.** Novyye dannyye po geologii i poleznyim iskopaemyim Kolskogo poluostrova [New data on geology and minerals of the Kola Peninsula]. Apatityi, KNTs RAN, 2005. P. 15-25.
- Kolka V.V., Evzerov V.Ya., Meller Ya.Y., Korner D.D.** Peremeschenie urovnya morya v pozdnem pleystotsene-golotsene i stratografiya donnyih osadkov izolirovannyih ozer na yuzhnom beregu Kolskogo poluostrova, v rayone poselka Umba [The late Weichselian and Holocene relative sea-level change and isolation basin stratigraphy at the Umba settlement, southern coast of the Kola Peninsula]. Izvestiya RAN. Seriya geogr. 2013. N 1. P. 73-88.
- Kolka V.V., Korsakova O.P.** Primenenie geologicheskikh metodov dlya datirovaniya kamennyih labirintov na poberezhe Belogo moray [Application of geological methods for dating of stone labyrinths on the White Sea coast]. Vestnik MGTU. 2012. T. 15, N 2. P. 349-356.
- Kolka V.V., Korsakova O.P., Shelehova T.S. i dr.** Vremennaya posledovatel'nost' peremescheniya beregovoy linii Belogo morya v golotsene po dannym izucheniya donnyih otlozheniy ozer rayona Kuzema (Severnaya

- Kareliya) [Relative sea-level change of the White Sea in the Holocene according to studying lake bottom sediments of the Kuzema region (North Karelia)]. *Izvestiya RGO*. 2014. T. 146, Vyip. 6. P. 14-26.
- Kolka V.V., Korsakova O.P., Shelehova T.S. i dr.** Rekonstruktsiya otnositelnogo polozheniya urovnya Belogo morya v golotsene na Karelskom beregu (rayon pos. Engozero, severnaya Kareliya) [Reconstruction of the relative White Sea level position in the Holocene on the Karelian shore (Engozero area, North Karelia)]. *DAN*. 2013. T. 449, N 5. P. 587-592.
- Koshechkin B.I.** Golotsenovaya tektonika vostochnoy chasti Baltiyskogo schita [Holocene tectonics of the eastern part of the Baltic Shield]. L., Nauka, 1979. 158 p.
- Lavrova M.A.** Chetvertichnaya geologiya Kolskogo poluostrova [The Quaternary geology of the Kola Peninsula]. M.-L., Izd. AN SSSR, 1960. 234 p.
- Lavrova N.B., Kolka V.V., Korsakova O.P.** Nekotoryye osobennosti palinospektrov donnykh otlozheniy malyykh ozer severnoy chasti Pribelomorskoy nizmennosti [Some specifics of the palinological spectra from the bottom sediments of the small lakes from North part of Pribelomorskoy Lowland]. *Geologiya i poleznyye iskopaemye Karelii*. Vyip. 14. Petrozavodsk, Karelskiy nauchnyy tsentr RAN, 2011. P. 197-202.
- Lavrova N.B., Kolka V.V., Korsakova O.P.** Palinologicheskaya harakteristika donnykh otlozheniy malyykh ozer Pomorskogo berega Belogo morya (r-on pos. Sumposad) i Sumozerskoy ostrovnnoy vozvyishennosti [Palinological characteristics of the bottom sediments of the small lakes from the Pomorskiy Coast of the White Sea (near Sumposad settlement) and Sumposad moraine complex]. *Geologiya i poleznyye iskopaemye Karelii*. Vyip. 16. Petrozavodsk, Karelskiy nauchnyy tsentr RAN, 2013. P. 122-131.
- Niemelya Y., Ekman I.M., Lukashov A.D. (red.)** 1993. Karta. Chetvertichnyye otlozheniya Finlyandii i Severo-zapada Rossiyskoy Federatsii i ih syirevyye resursy [Map. Quaternary deposits of Finland and NW part of the Russian Federation and their resources]. *Mashtab 1:1000000*. Espoo, Geologicheskii nauchno-issledovatel'skiy institut Finlyandii.
- Romanenko F.A., Shilova O.S.** Poslelednikovoe podnyatie karelskogo burega Belogo morya po dannym radiouglerodnogo i diatomovogo analizov ozerno-bolotnykh otlozheniy p-va Kindo [Lateglacial raising of the Karelian shore of the White Sea according the radiocarbon and diatom analyses of the lacustrine and bog sediment of the Kindo Peninsula]. *DAN*. 2012. T. 442, N 4. P. 544-548.
- Slabunov A.I.** Geologiya i geodinamika arheyskikh podvizhnykh poyasov (na primere Belomorskoy provintsii Fennoskandinavskogo schita) [Geology and geodynamics of Archean mobile belts (example from the Belomorian Province of the Fennoscandian Shield)]. Petrozavodsk, Karelskiy nauchnyy tsentr RAN, 2008. 296 p.
- Subetto D.A., Shevchenko V.P., Ludikova A.V. i dr.** Hronologiya izolyatsii ozer Solovetskogo arhipelaga i skorost sovremennogo ozernogo osadkonakopleniya [Isolation chronology of the Solovky Archipelago lakes and velocity of the modern sedimentation]. *DAN*. 2012. T. 446, N 2. P. 183-190.
- Tolstobrova A.N., Tolstobrov D.S., Korsakova O.P., Kolka V.V.** Kompleksyi diatomovykh vodorosley v golotsenovyykh osadkakh ozer na Karelskom beregu Belogo morya (paleoekologicheskie aspekty) [Diatom complexes in the Holocene lake sediments of the Karelian coast of the White Sea (palaecological aspects)] // *Mat. XXV Mezhdun. beregovoy konferentsii*. T. 2. M., GEOS, 2014. P. 46-48.

Информация об авторах

Колька Василий Васильевич – Геологический институт КНЦ РАН, канд. геол.-мин. наук, доцент, зав. лабораторией, e-mail: kolka@geoksc.apatity.ru

Kolka V.V. – Geological Institute KSC RAS, Cand. of Geol.&Miner. Sci., Associate Professor, Head of Laboratory, e-mail: kolka@geoksc.apatity.ru

Корсакова Ольга Павловна – Геологический институт КНЦ РАН, ст. науч. сотрудник, канд. геогр. наук; Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, доцент, e-mail: korsak@geoksc.apatity.ru

Korsakova O.P. – Geological Institute KSC RAS, Cand. of Geog. Sci., Senior Researcher; MSTU Apatity Branch, Geology and Mineral Department, Associate Professor, e-mail: korsak@geoksc.apatity.ru

Шелехова Татьяна Станиславовна – Институт геологии Карельского научного центра РАН, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник, e-mail: shelekhova@krc.karelia.ru

Shelekhova T.S. – Institute of Karelian Research Centre RAS, Cand. of Biol. Sci., Senior Researcher, e-mail: shelekhova@krc.karelia.ru

Толстоброва Алёна Николаевна – Геологический институт КНЦ РАН, мл. науч. сотрудник, e-mail: alexeeva@geoksc.apatity.ru

Tolstobrova A.N. – Geological Institute KSC RAS, Junior Researcher, e-mail: alexeeva@geoksc.apatity.ru