

СЛЕДЫ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕР ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАБИНСКАЯ ИМАНДРА (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

© С. Б. НИКОЛАЕВА,^{*, 1} Н. Б. ЛАВРОВА,^{**, 2} Д. Б. ДЕНИСОВ,^{*, 3}
Д. С. ТОЛСТОБРОВ^{*, 4}

* Геологический институт Кольского научного центра РАН

** Институт геологии Карельского научного центра РАН

*** Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН

E-mail: ¹nikolaeva@geoksc.apatity.ru

² Lavrova@krc.karelia.ru

³ denisov@iner.ksc.ru

⁴ tolstobrov@geoksc.apatity.ru

В статье представлены данные по изучению донных осадков озерных котловин на западном побережье оз. Бабинская Имандра (Кольский регион). В результате исследований в разрезах донных осадков обнаружены нарушенные горизонты, которые свидетельствуют о катастрофических (палеосейсмических) событиях в голоцене. Литологические и микропалеонтологические характеристики, а также радиоуглеродное датирование донных осадков озер позволили реконструировать природно-климатические обстановки в послеледниковое время, а также выявить причины, механизмы и время проявления катастрофических процессов на данной территории.

Ключевые слова: голоцен, Кольский регион, донные отложения озер, катастрофические процессы, сейсмичность.

Введение. В последнее время широкое распространение получили исследования донных осадков малых озер как в различных регионах России, так и за рубежом [14, 22]. Детальные литологические, геохимические и микропалеонтологические характеристики позволяют реконструировать природно-климатические обстановки в послеледниковое время, динамику уровня морей и океанов, выявлять причины и механизмы различных катастрофических процессов. Следы катастроф (в том числе и землетрясений) в озерах наблюдались в разных геолого-тектонических обстановках, чаще в зонах активных окраин и прибрежных районах морей и океанов — сейсмически активных территориях [17, 23]. В разрезах они представлены различными нарушениями и деформациями осадков, возникшими в результате цунами, сейш, турбидитных потоков и оползней, часто обусловленных сейсмическими сотрясениями. На территориях с умеренным уровнем сейсмоактивности такие нарушения встречаются реже. Это связано не только с невысокой сейсмической активностью, но и с отсутствием целенаправленных исследований.

Цель статьи — обсуждение результатов изучения следов катастрофических событий, обнаруженных в донных осадках малых озер Кольского региона (северо-восток Балтийского щита) в период 2013—2015 гг., и оценка их значения как индикаторов палеосейсмичности.

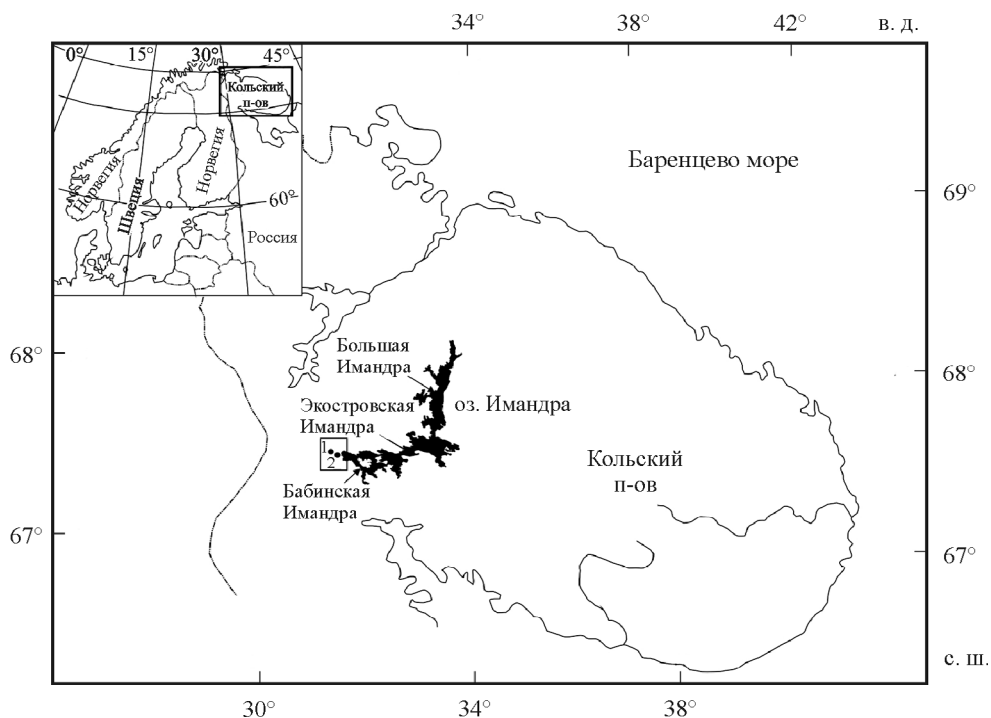


Рис. 1. Местоположение исследованных озер на западном побережье Бабинской Имандры.

1 — Уполокшское, 2 — Мунмаш.

Краткая характеристика района работ. Район работ расположен на западном побережье самого крупного водоема Кольского региона — оз. Имандра, протяженностью около 120 км и глубиной до 67 м (рис. 1). Имандровская озерная система сформирована на месте приледникового водоема последнего Валдайского оледенения [4]. Уровень этого бассейна при смещении фронта деградирующего ледника на запад периодически понижался, заполняя котловину. Последующая регрессия обособила озерный бассейн. Дальнейшее развитие происходило на фоне гляциоизостатического поднятия территории при постепенном сокращении площади бассейна и отчленении от него отдельных озер. К настоящему времени уровень основного бассейна оз. Имандра находится на абсолютной высоте 127.5 м, а отчленившихся от него фрагментов — в диапазоне высот 114—170 м.

Впадину озера, ограниченную со всех сторон новейшими разломами, рассматривают как зону компенсационного опускания, генетически сопряженную с морфоструктурой поднятия Хибинского массива [13, с. 44]. Котловина озера имеет сложную форму и состоит из трех сегментов: Большая Имандра (северный участок озера), Экостровская (средний участок) и Бабинская (южный участок). Изучение осадков озер проводилось на западном побережье южной, Бабинской, части Имандры (рис. 1), в пределах грабенообразной депрессии, ограниченной с двух сторон разломами [15].

Методика исследований. При проведении исследований использовались геолого-геоморфологические методы, которые имели палеосейсмологиче-

Таблица 1

Основные характеристики озер Уполокшское и Мунмаш

Озеро	Высота над ур. моря, м	Площадь озера, м ²	№ скважины	Координаты скважин		Мощность керна, м	Глубина, м
				с. ш.	в. д.		
Уполокшское	133.4	0.36	1	67°31'58.9"	31°45'10.8"	2.13	3.2
			2	67°31'55.9"	31°45'17.1"	1.52	3.0
			3	67°31'00.3"	31°45'01.4"	3.05	2.8
			4	67°31'57.0"	31°45'14.5"	1.9	3.0
			5	67°31'04.4"	31°44'32.4"	2.0	3.0
Мунмаш	136	0.97	1	67°31'31.5"	31°48'12.9"	0.62	1.8
			2	67°31'37.3"	31°48'00.0"	4.79	1.7
			3	67°31'40.8"	31°48'20.2"	2	1.4
			4	67°31'41.5"	31°48'24.4"	1.53	1.5
			5	67°31'43.1"	31°48'55.0"	1.92	0.7
			6	67°31'48.7"	31°48'6.3"	0.6	0.8

скую направленность. Наряду с изучением сейсмонарушений скального субстрата проводились детальное изучение литологии осадков озерных котловин, расположенных в зонах активных разломов, выявление в их разрезах предполагаемого сейсмогенного материала и датирование его. Отбор донных осадков осуществлялся как в летний период с катамарана, так и в зимне-весенний период со льда при помощи ручного поршневого бура. Отбирались монолиты донных отложений мощностью 1 м с перекрытием 5—10 см, чтобы избежать пропусков в седиментологической последовательности. С целью исключения возможности гравитационного оползания осадков скважины в озерах задавались в самых глубоких плоскодонных местах днищ, где наиболее вероятно встретить полный, ненарушенный оползанием разрез. КERN изучался в полевых условиях литостратиграфическим методом, а в лабораторных условиях — микропалеонтологическими (споро-пыльцевым и диатомовым) и радиоуглеродным (¹⁴C) методами. Радиоуглеродное датирование выполнено в Лаборатории палеогеографии и геохронологии четвертичного периода факультета географии и геоэкологии СПбГУ в Санкт-Петербурге.

Результаты исследований. При проведении палеолимнологических исследований в районе западного побережья Бабинской Имандры в разрезах озерных осадков были обнаружены горизонты, резко отличающиеся от перекрывающих и подстилающих их отложений. Наибольший интерес с точки зрения изучения катастрофических процессов представляют осадочные последовательности двух озер — Уполокшское и Мунмаш (рис. 1). Основные характеристики этих озер приведены в табл. 1.

Литостратиграфическое изучение осадков в исследованных озерах позволило выделить в их строении две основные фации: приледникового озера (пески и алевроиты) и современного пресноводного озера (гиттия) [7]. При детальном изучении кернов озер были выделены горизонты, свидетельствующие о нарушении спокойной гидродинамической обстановки. Именно на этих горизонтах, их литологии и механизмах образования и будет сконцентрировано наше внимание.

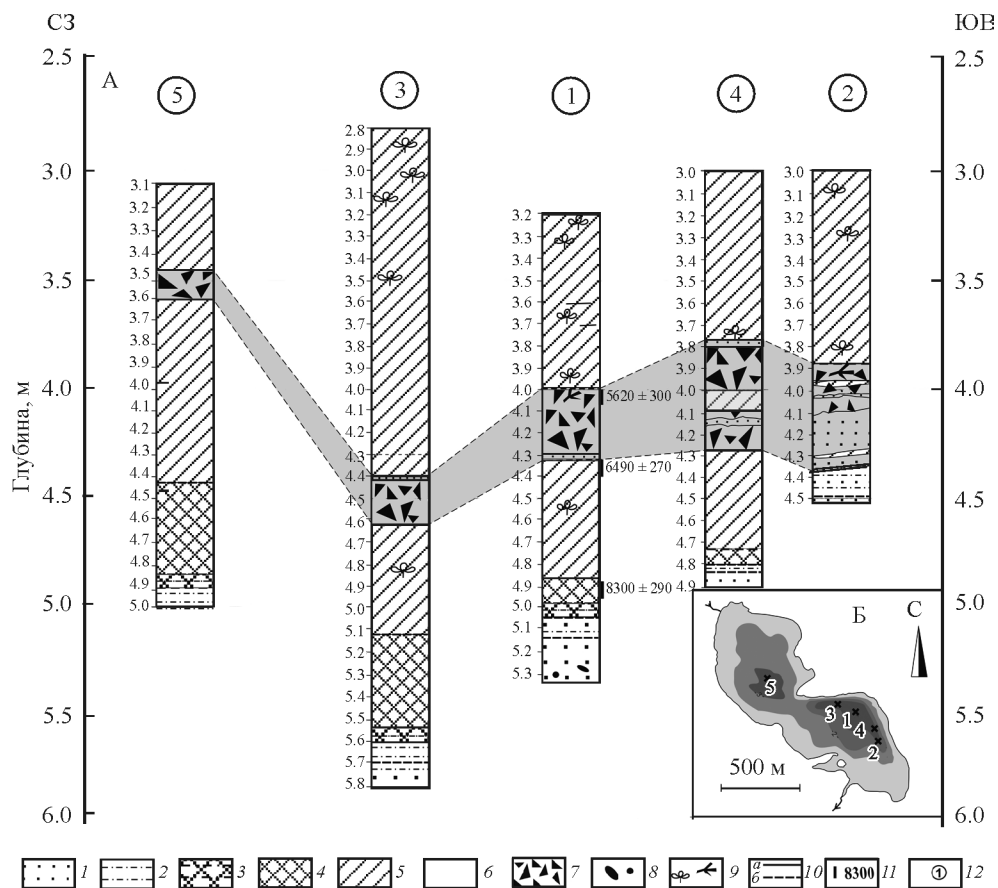


Рис. 2. Литостратиграфия кернов донных отложений оз. Уполокшское (А) и схема расположения скважин (Б).

Здесь и на рис. 6: 1 — песок, 2 — алеврит, 3 — гиттия с алевритом, 4 — гиттия черного цвета, 5 — гиттия коричневого цвета, 6 — диатомит (диатомовая гиттия), 7 — брекчиевый горизонт, 8 — зерна гравия, 9 — остатки растений и древесины, 10 — контакты резкие (а), постепенные (б), 11 — места отбора проб на радиоуглеродный возраст, 12 — номера скважин.

Котловина оз. Уполокшское имеет вытянутую на 1.2 км форму и расположена в зоне новейшего линейамента северо-западного простирания, общей протяженностью около 20 км. Берега озера песчано-каменистые, частично заболоченные. По обе стороны от котловины проходят протяженные озовые гряды.

Донные отложения озера изучены пятью скважинами (рис. 2). Детальное палинологическое описание приводится по скважине 1. Снизу вверх вскрыты (глубина указана от поверхности воды): 5.33—5.14 м — песок крупнозернистый, вверх по разрезу переходящий в мелко-среднезернистый. В нижней части слоя отмечаются единичные зерна гравия. Переход в вышележащий слой постепенный; 5.14—5.06 м — переслаивание алеврита и мелкозернистого песка. Переход в вышележащий слой постепенный; 5.06—4.98 м — алеврит серый неслоистый с гиттией. Переход в вышележащий слой постепенный; 4.98—4.86 м — гиттия черная с минеральной частью. У контакта алевритов и

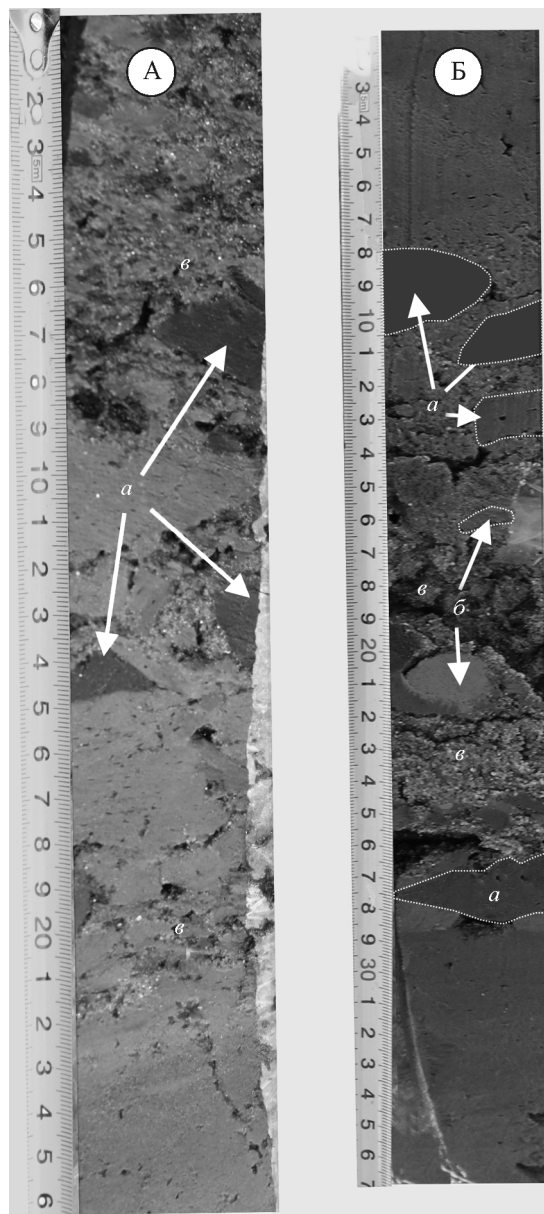


Рис. 3. Брекчиевая текстура в озерных кернах оз. Уполокшское.

А — в скважине 1 в интервале глубин 400—425 см, Б — в скважине 4 в интервале глубин 380—400 см. Фрагменты гиттии разного цвета (а), алеурита (б), прослои песка (в).

гиттии отмечаются разводы и пятнистые «муаровые» текстуры, выделяющиеся за счет цвета осадков. Контакт с перекрывающим слоем постепенный; 4.86—4.30 м — гиттия неяснослоистая, коричневая, с остатками растительности и минеральной частью. Переход в вышележащий слой по прослою серого тонкозернистого песка толщиной 2 мм; 4.30—4.00 м — «брекчированный» интервал. В интервале 4.06—4.00 м — торф с песком. Переход в вышележа-

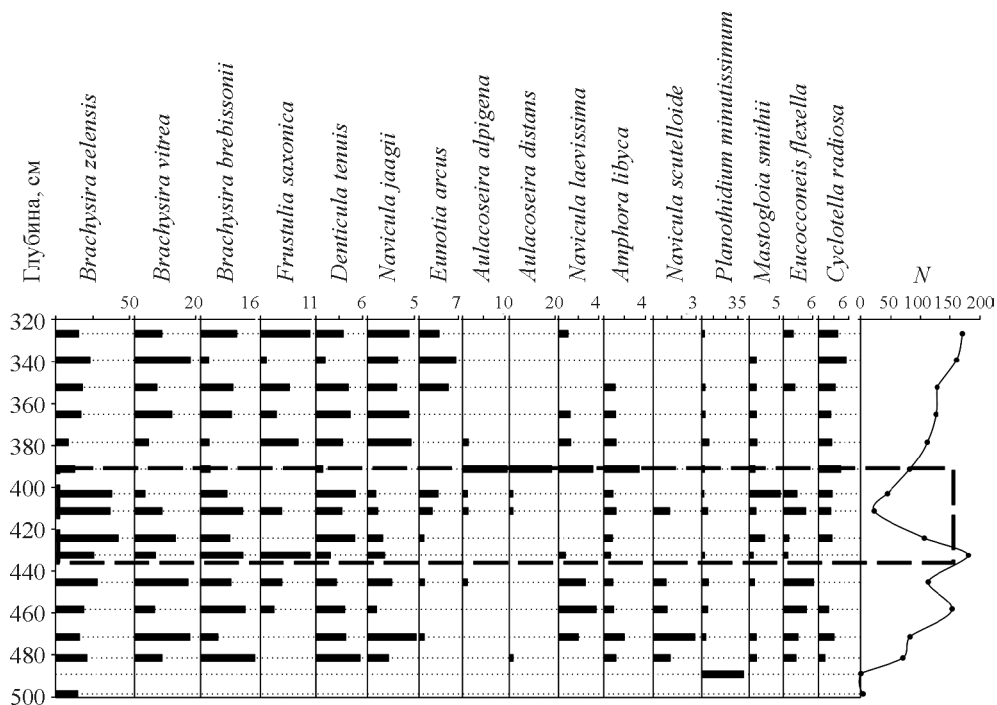


Рис. 4. Диатомовая диаграмма массовых и индикаторных видов (%) и изменение общей численности диатомей в донных отложениях (N, млн экз./г сух. в-ва).

щий слой неотчетливый; 4.00—3.20 м — гиттия коричневая, неяснослоистая, с минеральной частью и растительными остатками внизу интервала.

Характерной особенностью всех изученных кернов является горизонт мощностью от 22 до 49 см, резко отличающийся от подстилающих и перекрывающих его осадков. Он состоит из «обломков» гиттии и алевроита разной формы (треугольной, округлой, неправильной), цвета и размеров, торфа, песка, обломков древесины и других растительных остатков, заключенных в сапропелевую матрицу (рис. 3). В горизонте присутствуют «обломки» гиттии черного цвета, аналогичной осадкам, залегающим в основании разреза. Обломки древесины достигают в длину 4—5 см. Контакты этого горизонта с подстилающими и перекрывающими его отложениями выделяются по цвету, часто выражены маломощными слоями песка.

Следы катастрофического события отражены и в изменениях палеоботанических характеристик. На диатомовой диаграмме брекчиевый горизонт выделяется по резкому изменению в структуре диатомовых комплексов: снижением общего обилия с последующей сменой доминантных видов диатомей (рис. 4). Эти процессы иллюстрируют реакцию водорослей на катастрофические события, которые привели к изменению батиметрии водоема, а также нарушению субстратов, на которых развивались диатомей.

В споро-пыльцевых спектрах брекчиевый горизонт отражен в виде локальной пылевой зоны (рис. 5). В отличие от предыдущих палинозон в этой зоне отмечается уменьшение пыльцы древесных (*Picea*, *Pinus*, *Betula sect. Albae*), что происходит за счет перераспределения процентного соотношения в пользу пыльцы других таксонов, главным образом *Cyperaceae*, *Poa*-

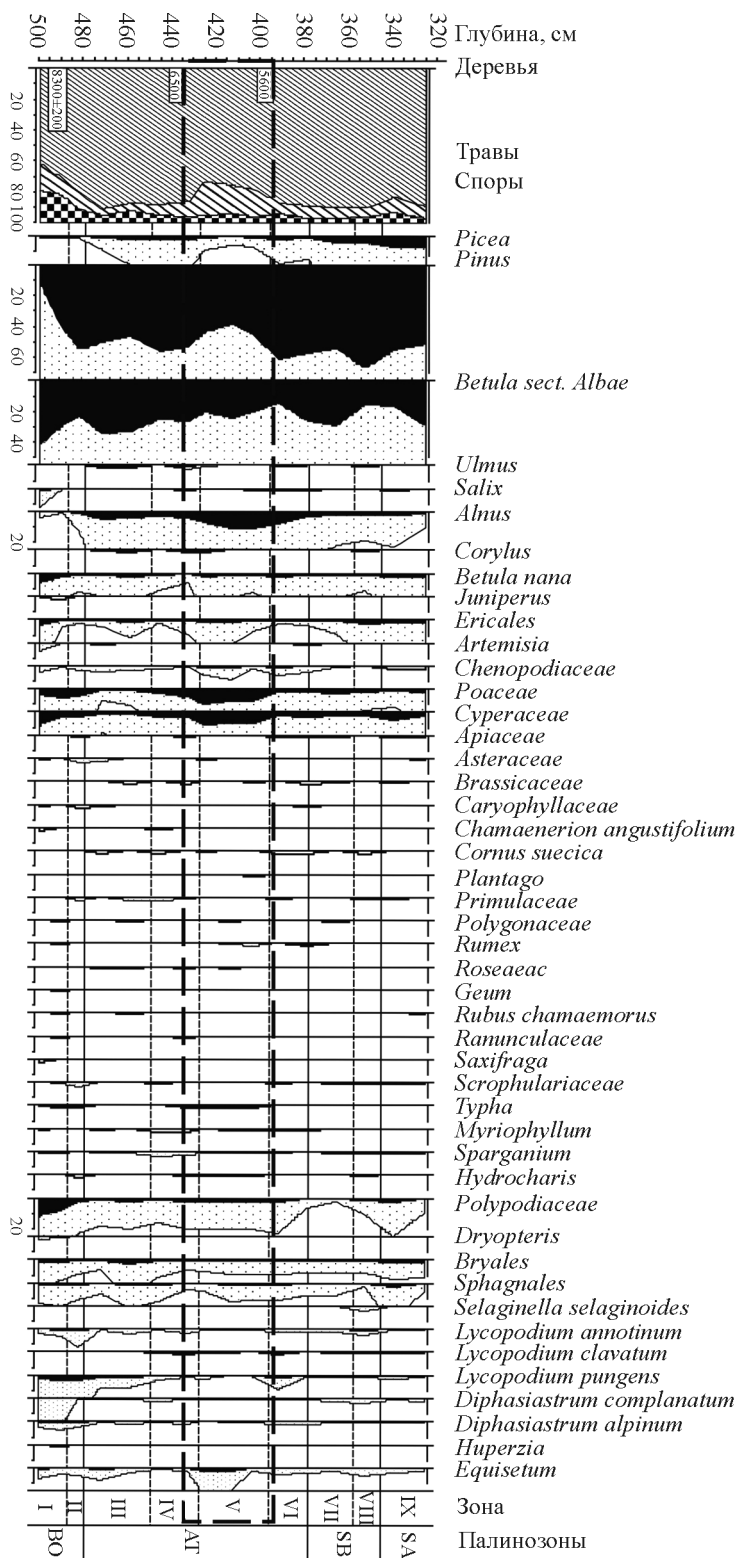


Таблица 2
Возраст органогенных отложений

Название озера	№ скважины	Тип осадков	Интервал (глубина) отбора пробы, м	Возраст		Лабораторный № образца
				радиоуглеродный	калиброванный (календарный)*	
Уполокшское	1	Гиттия	4.86—4.98	8300 ± 290	9210 ± 360	ЛУ-7363
		»	4.30—4.40	6490 ± 270	7330 ± 270	ЛУ-7364
		Древесина	3.95—4.05	5620 ± 300	6440 ± 340	ЛУ-7365
Мунмаш	2	Гиттия	6.26—6.20	9090 ± 190	10250 ± 280	ЛУ-7909
		»	2.25—2.15	5640 ± 120	6440 ± 130	ЛУ-7910
		»	2.05—1.95	4730 ± 90	5460 ± 110	ЛУ-7911
		»	0.93—1.03	5410 ± 370	6200 ± 410	ЛУ-7363

Примечание. * Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной программы «OxCal 4.2» (калибровочная кривая «IntCal 13»), Christopher Bronk Ramsey (<https://c14.arch.ox.ac.uk>).

ceae. Примечательно возрастание роли *Alnus* (за счет пыльцы *Alnus incana*), увеличение вклада пыльцы *Betula nana*, *Ericales*, *Chenopodiaceae*, а также пыльцы водных и прибрежно-водных растений и спор *Equisetum*. В группе разнотравья отмечена пыльца *Asteraceae*, *Geum*, *Plantago*, *Rubus chamaemorus*. В этой локальной зоне уменьшение количества пыльцы древесных связано не с сокращением площадей, занимаемых лесами, а увеличением обильно пылящих осоковых и злаковых, а также других растений расселяющихся на мелководьях и освободившейся от воды территории.

Начальный этап накопления гиттии в исследуемых озерах относится к бореалу, ко времени значительного потепления климата, а формирование брекчиевого горизонта произошло в атлантический период голоцена. Образец гиттии из ненарушенного слоя, подстилающего брекчиевый горизонт, имеет возраст 6.4 ± 0.27 ¹⁴C, а обломок древесины, отобранный из самого горизонта в его верхней части, — 5.6 ± 0.3 ¹⁴C (табл. 2).

Котловина второго исследуемого озера Мунмаш находится в 1 км к востоку от оз. Уполокшское и приурочена к зоне новейших сдвиговых линейных субширотного простираения. Форма озера изометричная, с изрезанным северным берегом, с невысокими, местами каменистыми, но в основном заболоченными берегами. Осадки озера изучены по кернам шести скважин (рис. 6).

Строение разрезов в скважинах 1—5 аналогично литологическим разностям оз. Уполокшское. Примечательной особенностью осадков является то, что и в этом озере в толще гиттии обнаружены нарушенные горизонты различной мощности. Брекчиевая текстура здесь выражена менее отчетливо, чем в соседнем озере, и встречается не во всех скважинах. Иногда это маломощные прослои песка или рыхлая «разбитая» трещинами вдоль оси керна корич-

Рис. 5. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза донных отложений оз. Уполокшское. Хронологические периоды голоцена: БО — бореальный, АТ — атлантический, СВ — суббореальный, СА — субатлантический.

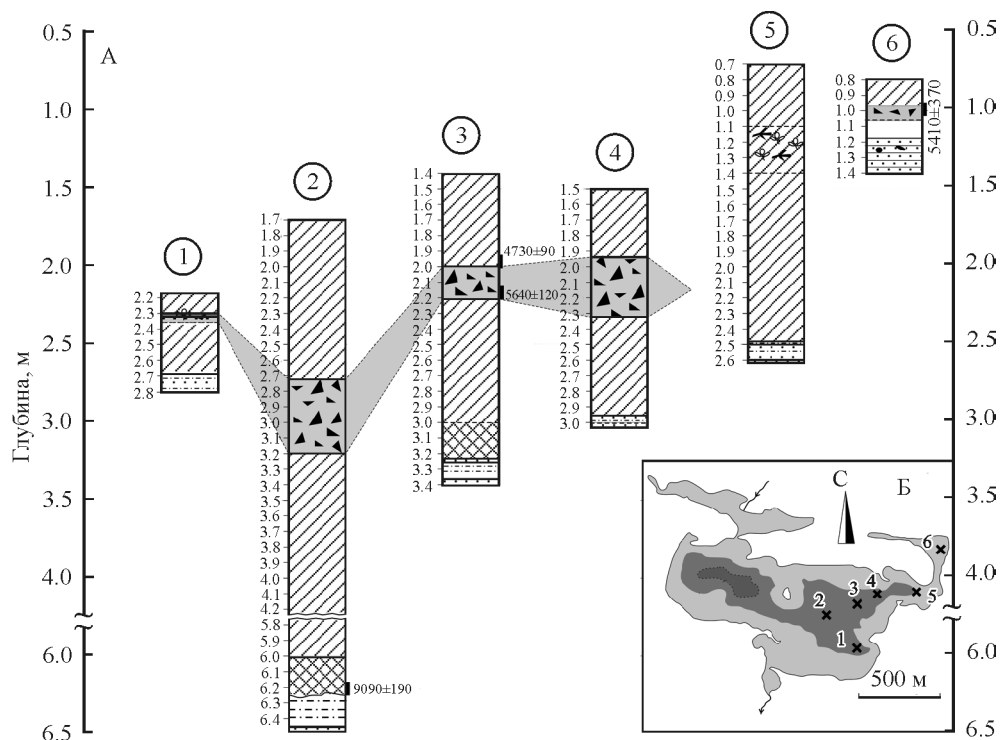


Рис. 6. Литостратиграфия кернов донных отложений оз. Мунмаш (А) и схема расположения скважин (Б).

Условные обозначения см. на рис. 2.

невая гиттия, с включениями фрагментов более темного цвета. Образец гиттии из ненарушенного слоя, перекрывающего брекчиевый горизонт, имеет возраст 4.7 ± 0.09 ^{14}C , а образец, отобранный из нижней части, — 5.6 ± 0.12 ^{14}C (табл. 2) (рис. 6).

Литологический состав осадков, вскрытых скважиной 6, расположенной в северо-восточной оконечности озера в субшироко вытянутом заливчике (рис. 6, Б), отличается от разрезов в скважинах 1—5. На слоистых разнозернистых песках с зернами гравия (мощность 23 см) залегает слой диатомита (диатомовой гиттии?) белого цвета (мощность 12 см). Контакт между слоями резкий, отчетливый. Диатомит в свою очередь постепенно сменяется коричневой неяснослоистой гиттией (мощность 28 см). У контакта диатомита и гиттии в интервале глубин 96—105 см отмечаются округлые и овальные светлые включения диаметром 0.5×0.5 см диатомита в вышележащую толщу гиттии, четко выделяющиеся в коричневой матрице. Эти включения были перемещены снизу вверх, что могло произойти в результате встряхивания донных отложений или биотурбаций. Образец гиттии, отобранный в слое с деформациями, показал возраст 5.4 ± 0.3 ^{14}C (табл. 2).

Обсуждение полученных результатов. Присутствие в разрезах озер брекчиевого горизонта явно указывает на катастрофические изменения условий осадконакопления. Алевроит и гиттия черного цвета (залегающие в основании разрезов) могли попасть в однородную толщу вышележающей коричневой гиттии со дна или бортов водоема, а веточки и куски древесины — со

склонов окружающей местности. Гравитационное оползание осадков без приложения дополнительной силы (импульса) можно исключить. Этому противоречат характер и текстура осадков — следовало бы, скорее, ожидать смятие или наклонное залегание слоев, и тот факт, что скважины размещались в самом глубоком плоскодонном месте озера, где наиболее вероятно ожидать полный, ненарушенный оползанием, разрез.

Брекчиевые горизонты могли быть образованы как в результате встряхивания при землетрясении, так и являться следами случайного события. Однако вряд ли случайное событие произошло сразу в нескольких озерах и в одно и то же время. Наиболее вероятный механизм образования брекчиевого горизонта — катастрофический сброс осадков с бортов котловины в результате тектонической (сейсмотектонической) подвижки по разлому или разнонаправленным косейсмическим движениям. В этом случае накопленная часть прибортовых осадков могла резко переместиться в более глубокую часть водоема. При встряхивании произошло «взламывание» осадков, что повлекло их суспензирование и последующее переотложение на уже ранее сформированные и недеформированные слои.

Такой же характер нарушений мог быть образован в результате эрозии, перемещения и последующего переотложения осадков во время поднятия уровня оз. Имандра и заплеска большой волны со стороны озера на прилегающую низменность. При этом в условиях дефицита обломочного материала в береговой зоне, а также различий в рельефе местности нарушенные слои могли не образовывать сплошных покровов, а проявляться пятнами и полосами, как это обычно происходит при цунами [10]. В этом случае присутствие брекчиевых горизонтов, прослоев песка и прочее вероятно ожидать не во всех озерных котловинах этого района, а, скорее, в тех из них, которые приурочены к перегибам рельефа. Размеры Имандровского водоема, близкое расположение одного из сейсмоактивных узлов Кольского региона — Хибинского горного массива, а также исторические данные о том, что около 100 лет назад по оз. Имандра «пошли большие волны» [5], не исключают возможности возникновения волн типа цунами со стороны озера во время голоценового землетрясения. В любом случае обнаружение брекчиевых горизонтов в осадках озер показывает одномоментность и внезапность их образования, свидетельствует о катастрофическом событии, скорее всего, землетрясении.

Судя по радиоуглеродным датам, время события ограничено интервалом 4.7—6.49 тыс. л. н. (табл. 2). Образец древесины из керна оз. Уполокшское и образец гиттии из брекчиевого горизонта оз. Мунмаш показывают близкие даты: 5.6 ± 0.12 ^{14}C и 5.6 ± 0.3 ^{14}C . Вероятно, к этому рубежу $\sim 5.6 \pm 0.3$ и следует отнести возраст предполагаемого Имандровского сейсмического события. Еще одна дата — 5.4 ± 0.3 ^{14}C — получена из горизонта нарушенных осадков скважины 6 оз. Мунмаш. Возможно, она относится к другому событию или же здесь имеет место несколько сближенных по времени сейсмических событий среднего голоцена.

В пользу сейсмотектонического образования нарушений косвенно могут свидетельствовать горизонты осадков в виде сейсмооползней, прослоев песка, смешанных слоев (конгломератов и брекчий), связанных как с историческими землетрясениями, так и с палеособытиями, которые хорошо известны во многих районах мира. Например, в оз. Ле Бурже (северо-западные Альпы, Франция) сейш, вызванный землетрясением 1822 г. (локальная интенсивность VII—VIII), спровоцировал подводный оползень, в результате которого

были сформированы гомогениты [19]. Аналогичные нарушения наблюдались в осадках оз. Браман (западная часть Французских Альп) [21]. Образование прослоев песка и брекчиевых текстур в озерных осадках западного побережья Норвегии [18] связывают с голоценовым землетрясением имевшим место ~7200 л. н. в результате схода огромного оползня Стоппега. В Канадских озерах известны осадки брекчиевой текстуры, сформированные оползнями при турбидитных потоках. Образование их связывают с историческими и голоценовыми сейсмическими событиями [20]. Сведения о цунамигенных горизонтах позднелайстоцен-голоценового возраста в осадках малых озер бассейна Балтики приводит шведский исследователь Н.-А. Мёрнер [24].

О новейшей и голоценовой тектонической активности района Бабинской Имандры свидетельствуют многочисленные геоморфологические и геологические наблюдения. Изучение морфологии берегов оз. Имандра позволило Г. Д. Рихтеру сделать важные наблюдения о неравномерности поднятия отдельных частей Имандровского бассейна [11, с. 55]. Эти наблюдения были подтверждены геолого-геоморфологическими исследованиями в более позднее время. В этом районе установлены дифференцированные тектонические движения, сместившие части днища послеледникового бассейна оз. Имандра относительно друг друга, и перекосы поверхностей террас Бабинской Имандры в среднем голоцене [2, с. 110; 16, с. 98].

На сеймотектоническую активность исследуемого района в голоцене указывают и зафиксированные независимой группой исследователей многочисленные сейсмонарушения скального субстрата и рыхлых отложений на побережьях Имандры и в Хибинах [1, 6, 8, 12], а также эпицентры современных землетрясений. Одно из них, тектонической природы, с глубиной очага 15 км и магнитудой (M) 2.79 произошло 26.06.1996 г. под дном Имандры [3, с. 348].

Признаками сейсмогенного образования брекчиевых горизонтов являются: исключение возможности формирования осадков в результате естественного гравитационного оползания; возникновение одновозрастных нарушений в осадках нескольких озер; наличие крупных сейсмонарушений скального субстрата в пределах района; аналогичные по морфологии и составу осадки, возникавшие в результате исторических и современных землетрясений.

Наиболее близки по возрасту к Имандровскому сейсмические события в Швеции: региональное, имевшее место около 5700 л. н. в области Биллинген (*Billingen*) с $M = 6-7$, и локальное в области Худиксваль (*Hudiksvall*) — 6100 л. н. с $M > 8$ [25]. В Кольском регионе близкий возраст палеособытия — около 6500 л. н., определен по аномальному горизонту озерных осадков оз. Ковдор в 50 км к западу от исследуемого участка [9]. Поскольку в настоящее время мы не располагаем достаточно представительной базой по палеосейсмическим проявлениям аналогичного возраста и не можем оценить площадь распространения сейсмических сотрясений, то наиболее вероятно отнести Имандровское событие к локальным проявлениям сейсмичности. Эпицентр землетрясения мог быть расположен в тектонической зоне под дном оз. Имандра или в центре Хибин, расположенном в 80 км от малых озер Бабинской Имандры.

Выводы. Представленные данные по изучению донных осадков озерных котловин на западном побережье оз. Бабинская Имандра (Кольский регион) свидетельствуют о катастрофических (палеосейсмических) событиях в голоцене. Литологические и микропалеонтологические характеристики, а также

радиоуглеродное датирование донных осадков озер позволили реконструировать природно-климатические обстановки в послеледниковое время, а также выявить причины, механизмы и время проявления катастрофических процессов. Проведенные исследования — еще одно подтверждение того, что Балтийский щит подвергался сильным землетрясениям не только в позднеледниковые и раннем голоцене, но и в более позднее время [25]. Обнаружение следов предполагаемого сейсмического события среднеголоценового возраста в донных отложениях озер Кольского региона служит ярким тому подтверждением. Сейсмотектонические события в среднем голоцене были, вероятно, менее сильными, чем во время дегляциации, но они определенно свидетельствуют о более значительной роли тектонической компоненты в затухающем процессе релаксации земной коры после снятия нагрузки последнего ледникового покрова, чем принято было считать ранее.

Работа выполнена при финансовой поддержке правительства Мурманской области и РФФИ, проект № 14-05-98806 p_север_a, частично при поддержке РФФИ, проект № 15-05-06831.

Авторы благодарны Д. А. Максимова, А. П. Николаеву за оказанную помощь в проведении полевых работ, Х.А. Арсланову, А. Петрову за выполнение радиоуглеродного анализа.

Список литературы

- [1] *Авенариус И. Г.* Морфоструктурный анализ зоны новейших дислокаций на южном склоне Хибин // Геоморфология. 1989. № 2. С. 52—56.
- [2] *Арманд А. Д., Самсонова Л. Я.* Морские отложения и голоценовая тектоника района Кандалакши // Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского полуострова. Л.: Наука, 1969. С. 96—111.
- [3] Землетрясения Северной Евразии в 1996. М.: Изд-во ГС РАН, 2002. 380 с.
- [4] *Лаврова М. А.* Четвертичная геология Кольского полуострова. Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 234 с.
- [5] Народный эпос русских лопарей: Материалы / Собр. В. Ю. Визе // Изв. Арханг. о-ва изучения Русского севера. 1917. № 1. С. 15—24.
- [6] *Николаева С. Б.* Палеосейсмические проявления в северо-восточной части Балтийского щита и их геолого-тектоническая позиция // Геоморфология. 2001. № 4. С. 66—74.
- [7] *Николаева С. Б., Лаврова Н. Б., Толстобров Д. С., Денисов Д. Б.* Реконструкция палеогеографических обстановок голоцена в районе озера Имандра (Кольский регион): результаты палеолимнологических исследований // Тр. Карельского науч. центра РАН. 2015. № 5. С. 34—47.
- [8] *Николаева С. Б., Никонов А. А., Шварев С. В.* Детальные палеосейсмогеологические исследования на ключевом участке в бортовой зоне впадины оз. Имандра (Европейское Заполярье) — новые подходы и результаты // Геоморфология и палеогеография полярных регионов: Материалы совместной междунар. конф. «Геоморфология и палеогеография полярных регионов», симпозиума «Леопольдина» и совещ. рабочей группы INQVA Peribaltic. Санкт-Петербург, СПбГУ, 9—17 сентября 2012 г. / Отв. ред. А. И. Жиров, В. Ю. Кузнецов, Д. А. Субетто, Й. Тиде. СПб., 2012. С. 161—163.
- [9] *Никонов А. А.* Цунами в глубине Кольского полуострова // Природа. 2007. № 1. С. 35—38.

- [10] Разжигаева Н. Г., Ганзей А. А., Гребенникова Т. А., Иванова Е. Д., Кайстренко В. М., Харламов А. А. Особенности осадконакопления в периферийной зоне Тохоку цунами 2011 г. (Южные Курилы) // Геология морей и океанов: Материалы XX Междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии. Т. I. М.: ГЕОС, 2013. С. 269—273.
- [11] Рихтер Г. Д. Отчет о работах географо-разведочного отряда Кольской экспедиции 1930 г. // Тр. СОПС АН. Сер. Кольская, вып. 6. 1933. С. 55.
- [12] Романенко Ф. А., Лукашов А. А., Шеремецкая Е. Д. и др. Формирование рельефа и рыхлых отложений Восточных Хибин в конце позднего плейстоцена и в голоцене // Изотопно-геохимические и палеогеографические исследования на севере России. М.: Изд-во МГУ, 2004. С. 82—167.
- [13] Стрелков С. А. Морфоструктуры северо-восточной части Балтийского щита и основные закономерности их формирования // Палеогеография и морфоструктуры Кольского полуострова. Л.: Наука, 1973. С. 5—80.
- [14] Субетто Д. А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. 339 с.
- [15] Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий. Масштаб 1:5 000 000 / Гл. ред. М. Г. Леонов, Г. С. Казанин. Отв. ред. А. С. Балуев, 2010. 1 л.
- [16] Шварев С. В. Последледниковые тектонические движения и формирование террас озера Имандра (Кольский полуостров) // Геоморфология. 2003. № 4. С. 97—104.
- [17] Agnon A., Migowski C., Marco S. Intraclast breccias in laminated sequences reviewed: Records of paleo-earthquakes // Geological Society of America, Special Paper 401. 2006. P. 195—214.
- [18] Bondevik S., Svendsen J. I., Mangerud J. Tsunami sedimentary facies deposited by the Storegga tsunami in shallow marine basins and coastal lakes, western Norway // Sedimentology. 1997. Vol. 44. P. 1115—1131.
- [19] Chapron E., Beck C., Pourchet M., Deconninck J.-F. 1822 earthquake-triggered homogenite in Lake Le Bourget (NW Alps) // Terra Nova. 1999. Vol. 11. N 2/3. P. 86—92.
- [20] Doig R. Effects of strong seismic shaking in lake sediments, and earthquake recurrence interval, Temiscaming, Quebec // Canadian Journal of Earth Sciences. 1999. Vol. 28. N 9. P. 1349—1352.
- [21] Guyard H., St-Onge G., Chapron E., Anselmetti F. S., Francus P. The AD 1881 earthquake-triggered slump and late holocene flood-induced turbidites from proglacial lake Bramant, Western French Alps // Lykousis V., Sakellariou D. and Locat J. (eds). Submarine Mass Movements and Their Consequences. Springer. 2007. P. 279—286.
- [22] Lohne O. S., Bondevik S., Mangerud J., Svendsen J. I. Sea-level fluctuation imply that the Younger Dryas ice-sheet expansion in western Norway commenced during the Allerød // Quaternary Science Reviews. 2007. Vol. 26. P. 2128—2151.
- [23] Morey A. E., Goldfinger C., Briles C. E., Gavin D. G., Colombaroli D., Kusler J. E. Are great Cascadia earthquakes recorded in the sedimentary records from small forearc lakes? // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2013. Vol. 13. P. 2441—2463.
- [24] Morner N.-A. Paleoseismicity of Sweden. A novel paradigm. Stockholm. 2003. 320 p.
- [25] Morner N.-A. An investigation and catalogue of paleoseismology in Sweden // Tectonophysics. 2005. Vol. 408. P. 265—307.

Поступило в редакцию
16 декабря 2015 г.

Evidence of catastrophic processes in lake-bottom sediments of the Babinskaya Imandra western coast (Kola region)

© S. B. Nikolaeva*,¹ N. B. Lavrova**,² D. B. Denisov***,³ D. S. Tolstobrov*,⁴

* Geological Institute, Kola Science Centre, Russian Academy of Sciences

** Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science

*** Institute of the Industrial Ecology Problems of North, Kola Science Centre,
Russian Academy of Sciences

¹ nikolaeva@geoksc.apatity.ru

² lavrova@krc.karelia.ru

³ denisov@iner.ksc.ru

⁴ tolstobrov@geoksc.apatity.ru

The article provides data on the study of bottom sediments in the lake basins of the Babinskaya Imandra western coast (Kola region). The research has resulted in faulted horizons having been discovered in sections of bottom sediments, which evidence of to catastrophic (palaeoseismic) events in the Holocene. Lithologic and micropalaeontologic characteristics, as well as radiocarbon dating of lake bottom sediments, allowed reconstructing natural climatic settings in the Post-glacial period and define reasons, mechanisms and time of catastrophic processes on the territory.

Key words: Holocene, Kola region, lake-bottom sediments, catastrophic processes, seismicity.

References

- [1] *Avenarius I. G.* Morfostrukturnyj analiz zony novejshih dislokacij na juzhnom sklone Hibin // *Geomorfologija*. 1989. N 2. S. 52—56.
- [2] *Armand A. D., Samsonova L. Ja.* Morskie otlozhenija i golocenovaja tektonika rajona Kandalakshi // *Osnovnye problemy geomorfologii i stratigrafii antropogena Kol'skogo poluostrova*. L.: Nauka, 1969. S. 96—111.
- [3] *Zemletrjasenija Severnoj Evrazii v 1996*. Moskva: GS RAN, 2002 g. 380 s.
- [4] *Lavrova M. A.* Chetvertichnaja geologija Kol'skogo poluostrova. L.: izd-vo AN SSSR, 1960. 234 s.
- [5] *Narodnyj jepos russkih loparej: Materialy / Sobr. V. Ju. Vize* // *Izv. Arhang. o-va izuchenija Russkogo severa*. 1917. N 1. S. 15—24.
- [6] *Nikolaeva S. B.* Paleosejsmicheskie projavlenija v severo-vostochnoj chasti Baltijskogo shhita i ih geologo-tektonicheskaja pozicija // *Geomorfologija*. 2001. N 4. S. 66—74.
- [7] *Nikolaeva S. B., Lavrova N. B., Tolstobrov D. S., Denisov D. B.* Rekonstrukcija paleogeograficheskikh obstanovok golocena v rajone ozera Imandra (Kol'skij region): rezul'taty paleolimnologicheskikh issledovanij // *Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN*. 2015. N 5. S. 34—47.
- [8] *Nikolaeva S. B., Nikonov A. A., Shvarev S. V.* Detal'nye paleosejsmogeologicheskie issledovanija na kljuchevom uchastke v bortovoj zone vpadiny oz. Imandra (Evropejskoe Zapoljar'e) — novye podhody i rezul'taty // *Geomorfologija i paleogeografija poljarnyh regionov: Materialy sovместnoj mezhdunarodnoj konferencii «Geomorfologija i paleogeografija poljarnyh regionov», simpoziuma «Leopol'dina» i soveshhanija rabochej gruppy INQVA Peribaltic*. Sankt-Peterburg, SPbGU, 9—17 sentjabrja 2012 goda / *Otv. red. A. I. Zhironov, V. Ju. Kuznecov, D. A. Subetto, J. Tide*. SPb., 2012. S. 161—163.
- [9] *Nikonov A. A.* Cunami v glubine Kol'skogo poluostrova. *Priroda*. 2007. N 1. S. 35—38.
- [10] *Razzhigayeva N. G., Ganzey A. A., Grebennikova T. A., Ivanova Ye. D., Kaystrenko V. M., Kharlamov A. A.* Osobennosti osadkonakopleniya v periferiynoy zone To-khoku tsunami 2011g. (Yuzhnyye Kurily) // *Geologiya morey i okeanov: Materialy*

- XX Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (Shkoly) pomorskoy geologii. T. I. M.: GEOS, 2013. S. 269—273.
- [11] *Rikhter G. D.* Otchet o rabotakh geografo-razvedochnogo otryada Kol'skoy ekspedit-sii 1930 g. / Tr. SOPS AN. Ser. Kol'skaya. Vyp. 6. 1933. S. 55.
- [12] *Romanenko F. A., Lukashov A. A., Sheremeckaja E. D. i dr.* Formirovanie rel'efa i ryhlyh otlozhenij Vostochnyh Hibin v konce pozdnego plejstocena i v golocene // Izo-topno-geohimicheskie i paleogeograficheskie issledovaniya na severe Rossii. M.: Izd-vo MGU, 2004. S. 82—167.
- [13] *Strelkov S. A.* Morfostruktury severo-vostochnoj chasti Baltijskogo shhita i osnovnye zakonomernosti ih formirovaniya // Paleogeografija i morfostruktury Kol'skogo polu-ostrova. L.: Nauka, 1973. S. 5—80.
- [14] *Subetto D. A.* Donnyye otlozheniya ozer: paleolimnologicheskiye rekonstruktsii: Na-uchnaya monografiya. SPb.: Izd-vo RGPU im. A. I. Gertsena, 2009. 339 s.
- [15] Tektonicheskaja karta Belogo morja i prilagajushhih territorij. Masshtab 1:5 000 000 / Gl. red. M. G. Leonov, G. S. Kazanin. Otvet. red. A. S. Baluev, 2010 g. 11.
- [16] *Shvarev S. V.* Poslednie tektonicheskie dvizheniya i formirovanie terras ozera Imandra (Kol'skij poluostrov) // Geomorfologija. 2003. N 4. S. 97—104.
- [17] *Agnon A., Migowski C., Marco S.* Intracast breccias in laminated sequences reviewed: Records of paleo-earthquakes // Geological Society of America, Special Paper 401. 2006. P. 195—214.
- [18] *Bondevik S., Svendsen J. I., Mangerud J.* Tsunami sedimentary facies deposited by the Storegga tsunami in shallow marine basins and coastal lakes, western Norway // Sedi-mentology. 1997. Vol. 44. P. 1115—1131.
- [19] *Chapron E., Beck C., Pourchet M., Deconninck J.-F.* 1822 earthquake-triggered ho-mogenite in Lake Le Bourget (NW Alps) // Terra Nova. 1999. Vol. 11. N 2/3. P. 86—92.
- [20] *Doig R.* Effects of strong seismic shaking in lake sediments, and earthquake recurren-ce interval, Temiscaming, Quebec // Canadian Journal of Earth Sciences. 1999. Vol. 28, N 9. P. 1349—1352.
- [21] *Guyard H., St-Onge G., Chapron E., Anselmetti F. S., Francus P.* The AD 1881 earth-quake-triggered slump and late holocene flood-induced turbidites from proglacial lake Bramant, Western French Alps // Lykousis V., Sakellariou D. and Locat J. (eds.) Sub-marine Mass Movements and Their Consequences. Springer. 2007. P. 279—286.
- [22] *Lohne O. S., Bondevik S., Mangerud J., Svendsen J. I.* Sea-level fluctuation imply that the Younger Dryas ice-sheet expansion in western Norway commenced during the Al-lerod. Quaternary Science Reviews. 2007. Vol. 26. P. 2128—2151.
- [23] *Morey A. E., Goldfinger C., Briles C. E., Gavin D. G., Colombaroli D., Kusler J. E.* Are great Cascadia earthquakes recorded in the sedimentary records from small fore-arc lakes? // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2013. Vol. 13. P. 2441—2463.
- [24] *Morner N.-A.* Paleoseismicity of Sweden. A novel paradigm. Stockholm. 2003. 320 p.
- [25] *Morner N.-A.* An investigation and catalogue of paleoseismology in Sweden // Tecto-nophysics. 2005. Vol. 408. P. 265—307.