

Следы цунами в донных осадках озер Мурманского берега Кольского полуострова

Толстобров Д.С., Колька В.В., Толстоброва А.Н.

Геологический институт Кольского научного центра РАН, Апатиты, tolstobrov@geoksc.apatity.ru

Аннотация. При выполнении исследований в районах поселка Териберка и долины р. Воронья Мурманского берега Кольского полуострова в разрезах донных осадков нескольких озерных котловин обнаружены горизонты нарушенного залегания седиментов. Формирование данных горизонтов осадков происходило в результате проявления цунами на побережье Баренцева моря в голоцене. В работе приведены данные о распространении и характере залегания цунамигенных осадков. В настоящий момент выполняется комплексное исследование этих осадков (диатомовый анализ, радиоуглеродное датирование). Полученные данные позволят определить масштабы проявления одного цунами (если это одновозрастные осадки), либо выявить проявления нескольких локальных цунами в голоцене на баренцевоморском побережье Кольского полуострова.

Ключевые слова: озерные котловины, цунамигенные осадки, трансгрессия Тапес, Баренцево море, Кольский полуостров, голоцен.

Records of the tsunami in bottom sediments of the Murmansk coast lakes, Kola Peninsula

Tolstobrov D.S., Kolka V.V., Tolstobrova A.N.

Geological Institute, Kola Science Centre, Russian Academy of Sciences, Apatity, tolstobrov@geoksc.apatity.ru

Abstract. Horizons of disturbed occurrence of sediments have been discovered in several lake basins during research work in the area of the settlement of Teriberka and the valley of the Voronya river of the Murmansk coast of the Kola Peninsula. These horizons have been formed in result of a tsunami in the Holocene on the coast of the Barents Sea. The article presents data on position and pattern of occurrence of tsunamigenic sediments. A comprehensive study of these sediments (diatom analysis, radiocarbon dating) has been currently carried out. The obtained data will allow to determine the scale of distribution of one tsunami (if these sediments are of the same age), or to reveal the influence of several local tsunamis on the Barents Sea coast of the Kola Peninsula in the Holocene.

Key words: lake basins, tsunamigenic sediments, Tapes transgression, Barents Sea, Kola Peninsula, Holocene.

Введение

Изучение осадков озер на побережьях Кольского полуострова проводится с целью установления характера перемещения береговой линии моря (Колька и др., 2013; Толстобров и др., 2016; Corner et al., 1999; Corner et al., 2001; Snyder et al., 1997 и др.). При таких исследованиях в разрезе донных осадков одной из озерной котловины, расположенной в районе пос. Териберка, было обнаружено нарушенное залегание седиментов, представленных смесью песка, гиттии и растительных остатков (Толстобров и др., 2018). На основании комплексного литологического, микропалеонтологического изучения и геохронологического датирования (методом ^{14}C) было установлено, что формирование этих седиментов произошло в результате цунами в интервале времени 9240-7630 ^{14}C -лет назад. В Северной Атлантике в этом временном интервале известно проявление цунами, которое было вызвано подводным оползнем «Сторегга» в Норвежском море (Bondevik et al., 1997; Romundset, Bondevik, 2011). Вероятность того, что волна цунами могла достигнуть баренцевоморского побережья Кольского полуострова и оставить свой след в литологических последовательностях донных осадков озер, велика. Геологическим институтом КНЦ РАН для определения масштабов и более точного времени проявления цунами в пределах Мурманского берега Кольского полуострова были проведены комплексные исследования в 2017-2018 годах. В данной работе представлены новые данные об осадках цунами, обнаруженных в разрезах донных отложений нескольких озерных котловин в районах поселка Териберка и долины р. Воронья.

Район исследования и литологическое строение донных отложений исследованных озер

Изученные озерные котловины располагаются на севере Кольского полуострова в районах поселка Териберка (рис. 1 А) и долины р. Воронья (рис. 1 Б).

Озеро 1 ($N69^{\circ}10'37.1''$ $E 035^{\circ}04'53.6''$) расположено в 1.5 км на запад от пос. Териберка (рис. 1 А). Размер 300×130 м, площадь 0.039 км², максимальная глубина воды 2.5 м, озеро проточное. Высота порога стока 17 м относительно современного уровня моря. Результаты детального изучения осадков этого озера описаны в ранее опубликованной работе (Толстобров и др., 2018). В данной статье представлено краткое литологическое описание. В разрезе осадков озера вскрыта следующая последовательность слоев (здесь и далее описание снизу-вверх, глубина указана от поверхности воды в озере): (1) 634-580 см – алеврит с песком, серый, неслоистый, с единичными зернами гравия. На границе с вышележащими осадками отмечается прослой песка мощностью 1-2 мм; (2) 580-540 см – гиттия коричневая, переход в вышележащие осадки резкий, неровный. По данным диатомового анализа, морские виды отсутствуют в этом слое; (3) 540-529 см – песок с гиттией; представляет собой смесь серого песка и коричневой гиттии; снизу вверх количество песка уменьшается от ~90 % до 30-20 %; в верхней части интервала на глубине 535-529 см – гиттия с песком (около 20 %) и с макроостатками растений. В осадках зафиксировано резкое появление в большом количестве морских и солоноватоводных видов диатомей; (4) 529-524 см – гиттия коричневая, слоистая, с песком. Диатомовый анализ показал, что мезогалобы здесь составляют 5-9 %, галлофилы – 25-27 %, индифференты – 60-67 %; (5) 524-522 см – прослой серого песка. Состав диатомовой флоры аналогичен осадкам слоя 4; (6) 522-516 см – гиттия темно-коричневая, с остатками растений, песком и отдельными зернами гравия; (7) 516-250 см – гиттия коричневая, неслоистая.



Рис. 1. Район исследования и положение исследованных озерных котловин в районах пос. Териберка (А) и в долине р. Воронья (Б).

Fig. 1. Study area and location of the studied lake basins near the Teriberka settlement (A) and in the Voronya River valley (B).

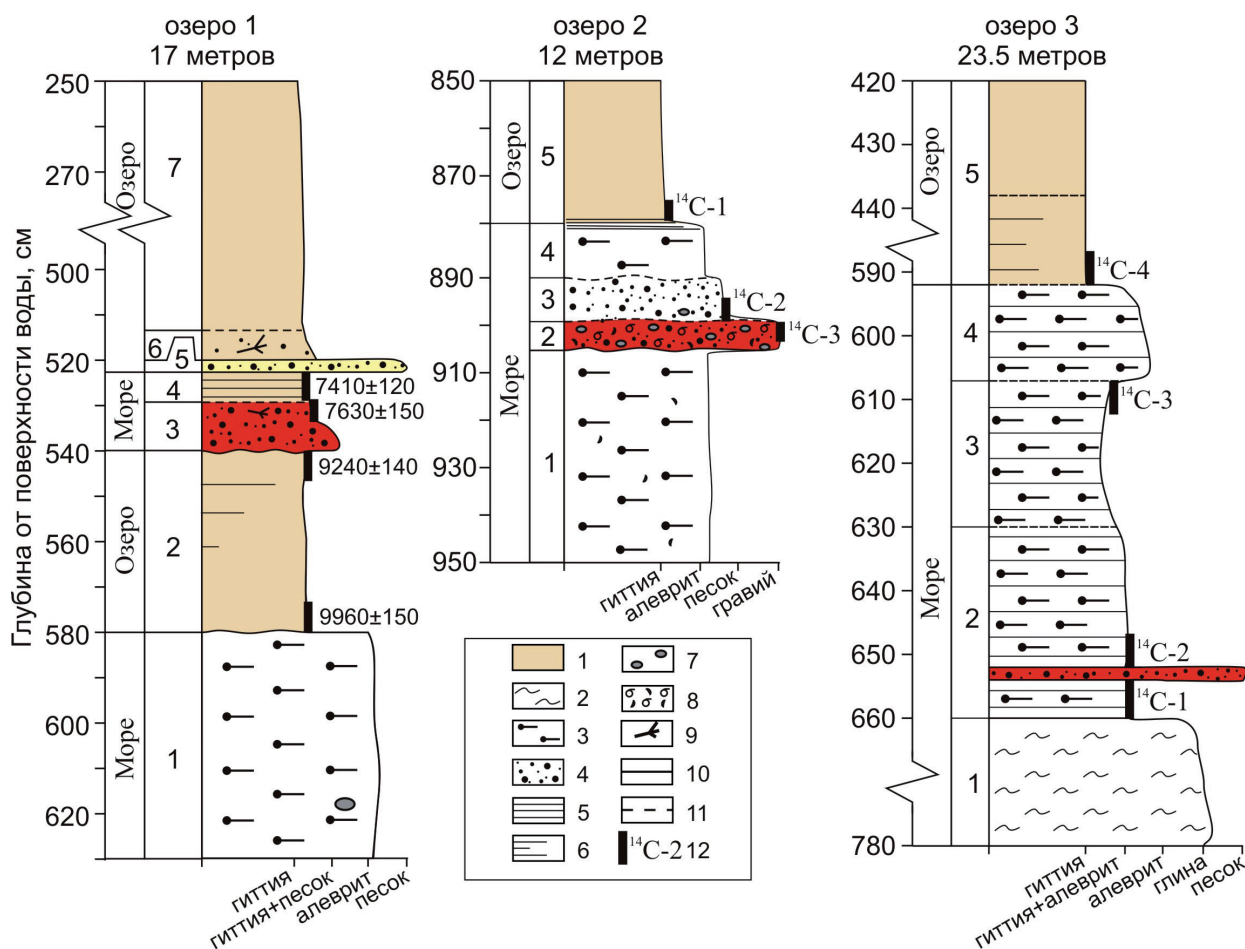


Рис. 2. Разрезы донных отложений изученных озерных котловин.

Красным цветом выделены осадки, которые были сформированы в результате цунами.

1 – гиттия, 2 – глина, 3 – алеврит, 4 – песок, 5 – слоистость, 6 – неясная слоистость, 7 – гравий/галька, 8 – обломки ракушек, 9 – растительные остатки, 10 – резкая граница, 11 – постепенная граница, 12 – интервалы осадков, отобранные на ^{14}C -датирование.

Fig. 2. Sections of bottom deposits from the studied lake basins.

Deposits produced by tsunamis are marked in red.

1 – gyttja, 2 – clay, 3 – silt, 4 – sand, 5 – bedding, 6 – indistinct bedding, 7 – gravel/pebble, 8 – shell fragments, 9 – plant residues, 10 – abrupt boundary, 11 – gradual boundary, 12 – deposit interlayers sampled for the ^{14}C -dating.

Озеро 2 ($N69^{\circ}09'57.5''$ $E 035^{\circ}13'59.6''$) расположено в 3 км на восток от пос. Териберка (рис. 1 А). Высота порога стока из озера 12 м относительно современного уровня моря. Озеро размером 830×250 м, площадью 0.2 км^2 . Глубина воды в месте отбора керна 8.5 м. Озеро проточное, на юго-западе в него впадает небольшой ручей, сток происходит через ручей в северо-западной части. В разрезе установлена следующая последовательность осадков (рис. 2): (1) 950-906 см – алеврит коричневатого-серого цвета. В интервале отмечаются обломки раковин; (2) 906-899 см – интервал представлен смесью алеврита и песка с гравием, галькой. В данном прослое отмечается большое количество обломков раковин, встречаются целые раковины; (3) 899-890 см – интервал черного цвета, представленный песком с алевритом и с примесью органики. В нижней части интервала отмечены единичные зерна гравия; (4) 890-880 см – алеврит с песком, интервал серого цвета. На границе с вышележащими осадками отмечается интервал мощностью до 1 см с тонкой слоистостью, выделяются светло-серые, и темно-коричневые до черного слойки. Переход в вышележащие осадки постепенный; (5) 880-850 см – гиттия коричневого цвета, неслоистая, верхние 15 см разжижены.

Озеро 3 ($N69^{\circ}02'21.8''E35^{\circ}42'30.4''$) расположено на левом борту долины р. Воронья (рис. 1 Б). Озеро круглой формы, размер 310×190 м, площадь 0.059 км². Высота порога стока из озера 23.5 м относительно современного уровня моря. В западной части из озера вытекает ручей. В восточной части в озеро впадает маленькие ручейки, которые имеют сезонный сток. Берега залесены, восточный заболочен. Вскрыта следующая последовательность осадков (рис. 2): (1) 780 – 660 см – глина серая с голубоватым оттенком, со слоями алеврита и м/з песка. На глубине 752 – 754 отмечена линза серого песка; (2) 660 – 630 см – тонкослоистый интервал алеврита и органики (гиттия). В интервале 654 – 652 см прослой серого песка; (3) 630 – 607 см – слой аналогичен слою 2, увеличивается количество органического материала. В интервале 607 – 612 см отмечаются муаровые текстуры; (4) 607 – 592 см – слоистый интервал, увеличивается количество алеврита. Вверх по разрезу постепенно слоистость исчезает, увеличивается количество органики. Переход в вышележащую гиттию постепенный; (5) 592 – 438 см – гиттия с прослоями мощностью 5 – 7 см, выраженных по изменению цвета. Цвет интервала от коричневого до зеленовато-коричневого; (6) 438 – 420 см – гиттия темно-коричневая, монотонная.

Обсуждение данных

Результаты изучения разреза отложений *озера 1* показывают, что после освобождения ото льда прилегающая территория была затоплена морскими водами, при этом в котловине озера формировались осадки слоя (1). По данным радиоуглеродного датирования (рис. 2) около 9960 ¹⁴C–лет назад произошла изоляция озера от моря, но позже в результате морской трансгрессии Тапес оно было заполнено морскими водами, и опять стали накапливаться морские отложения. В их нижней части, накапливавшейся в интервале времени 9240 – 7630 ¹⁴C–лет назад, установлено нарушение в залегании осадков, проявившееся в виде перемешивания песка, гиттии и растительных остатков (слой 3). В этом прослое выявлено резкое увеличение створок морских видов диатомовых водорослей. Формирование прослоя осадков с нарушенным залеганием возможно связано с последствиями воздействия цунами (возможно, цунами Storegga). При образовании прослоя цунамигенных отложений береговая линия моря находилась немного выше порога стока из озера, на современной абсолютной отметке около 18 м н.у.м.

В разрезе донных отложений *озера 2* вскрыты морские и современные пресноводные осадки. Долгое время озерная котловина представляла собой неровность морского дна. В это время происходило формирование алеврита (слой 1 на рис. 2). Формирование слоя 2 (рис. 2), представленного смесью алеврита и песка с гравием, галькой и большим количеством обломков раковин, происходило в результате резкого изменения в гидродинамике морского бассейна, то есть в результате цунами. Данный горизонт осадков находится в толще морских осадков, поэтому при его формировании уровень моря находился выше порога стока из озера 2 (выше 12 м). Можно предположить, что формирование цунамигенных осадков в озерных котловинах 1 и 2 происходило в результате одного и того же события, так как озера располагаются на небольшом расстоянии друг от друга, а положение границы береговой линии моря при формировании этих осадков в озерах оценивается на близких высотных отметках.

В разрезе осадков *озера 3* вскрыты морские и современные пресноводные осадки. Здесь в толще тонкослоистых осадков (слой 2), формирование которых происходило во время изоляции озера 3 от моря, обнаружен прослой песка мощностью 2 см. Появление песка связано с кратковременным изменением гидродинамического режима водоема. Возможно, волна, вызванная цунами в Баренцевом море, проникла вглубь континента по долине реки Воронья. В результате заплеска морской воды был размыв песчаный материал берегов и в дальнейшем переотложен в котловине озера. Береговая линия моря в долине р. Воронья при формировании песка располагалась на высотной отметке около 25 м. Судя

по небольшой мощности осадков в разрезе донных отложений, сила цунами в данном районе была небольшой. Вероятно, формирование данного песчаного горизонта по времени синхронно с формированием нарушенных горизонтов в озерах 1 и 2. Но нельзя исключать и возможность проявления локального катастрофического события в долине р. Воронья. В данный момент проводится лабораторное изучение проб (диатомовый анализ, радиоуглеродное датирование), на основании которого можно будет точно соотносить нарушенные горизонты осадков в этих озерных котловинах.

Заключение

Мурманский берег Кольского полуострова подвергся воздействию цунами в голоцене. Следы цунами обнаружены в разрезах донных отложений трех озерных котловин баренцевоморского побережья. В данный момент вопрос о том произошло ли формирование этих осадков в результате одного и того же или различных событий остается открытым.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ГИ КНЦ РАН Вашкову А.А., Иванову А.Н., Носовой О.Ю., а также студентам СПбГУ Костроминой Н.А., Крикуновой А.И. за активное участие в полевых работах.

Работа выполнена в Геологическом институте КНЦ РАН (тема **0226-2019-0054**) при частичной поддержке гранта РФФИ №18-35-00054-мол_а.

Литература

1. Колька В.В., Евзеров В.Я., Мёллер Я.Й., Корнер Г.Д. Перемещение уровня моря в позднем плейстоцене – голоцене и стратиграфия донных осадков изолированных озер на южном берегу Кольского полуострова, в районе поселка Умба. Известия Российской академии наук. Серия географическая. М.Изд-во: Наука. 2013. № 1. С. 73–88.
2. Толстобров Д.С., Колька В.В., Толстоброва А.Н., Корсакова О.П. Опыт хронологической корреляции береговых форм рельефа голоценового моря в депрессии реки Тулома и Кольском заливе // Вестник МГТУ, 2016. Т. 19. №1/1. С.142–150.
3. Толстобров Д.С., Толстоброва А.Н., Колька В.В., Корсакова О.П., Субетто Д.А. Возможные следы голоценовых цунами в озёрных донных отложениях в районе пос. Териберка (Кольский полуостров, Россия) // Труды КарНЦ РАН. №9. Сер. Лимнология. Океанология. 2018. С. 92–102.
4. 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. V. 44. P. 1115–1131.
5. 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. №1. P. 146–166.
6. 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.
7. Romundset A., Bondevik S. Propagation of the Storegga tsunami into ice-free lakes along the southern shores of the Barents Sea // *Journal of Quaternary Science*. 2011. V. 26. № 5. P. 457-462.
8. Snyder J.A., Forman S.L., Mode W.N., Tarasov G.A. Postglacial relative sea-level history: sediment and diatom records of emerged coastal lakes, north-central Kola Peninsula, Russia // *Boreas*. 1997. V. 26. P. 329–346.