

## Литература

Бушмин С. А., Глебовицкий В. А. Схема минеральных фаций метаморфических пород // Записки РМО. 2008. СXXXVII2 (2). С. 1–13.

Carson C. J., Grew E. Geology of the Larsemann Hills, Antarctica, (1 : 25 000 scale map). Geoscience Australia, Canberra. 2007.

Henry D. J., Guidittic, C. V., Thomson J. A. The Ti-Saturation Surface for Low-to-Medium Pressure Metapelitic Biotite: Implications for Geothermometry and Ti-Substitution Mechanisms // Journal of American Mineralogist. 2005. Vol. 90. P. 316–328. <http://dx.doi.org/10.2138/am.2005.1498>

## Сведения об авторах

### Тагирова Алина Рустэмовна

студентка четвертого курса кафедры региональной геологии, Институт наук о Земле, СПбГУ, [tagirova\\_ar@mail.ru](mailto:tagirova_ar@mail.ru)

### Алфимова Надежда Аркадьевна

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры региональной геологии, Институт наук о Земле, СПбГУ, [n.alfimova@spbu.ru](mailto:n.alfimova@spbu.ru)

### Tagirova Alina Rustemovna

Student, Department of Regional Geology, Institute of Earth Sciences, SPbSU, [tagirova\\_ar@mail.ru](mailto:tagirova_ar@mail.ru)

### Alfimova Nadezhda Arkadevna

PhD (Geology & Mineralogy), Associate Professor, Department of Regional Geology, Institute of Earth Sciences, SPbSU, [n.alfimova@spbu.ru](mailto:n.alfimova@spbu.ru)

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.038

УДК 551.89, 551.35

## Д. С. Толстобров, В. В. Колька, А. А. Вашков

Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

## СЛЕДЫ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕР В РАЙОНЕ СЕЛА КЕРЕТЬ, КАРЕЛИЯ

### Аннотация

Приведены результаты литологического изучения донных осадков озер, расположенных в районе села Кереть, Республика Карелия. В разрезах вскрыты голоценовые отложения морского и современного озерного происхождения. В нескольких озерах в толще морских осадков выделяется прослой, представленный смесью песка и алеврита с обломками раковин и единичными зернами гравия, формирование которого связано с цунами.

### Ключевые слова:

осадки цунами, озерные котловины, Белое море, Северная Карелия, голоцен.

**D. S. Tolstobrov, V. V. Kolka, A. A. Vashkov**  
Geological Institute of FRC KSC RAS, Apatity, Russia

## **RECORDS OF THE CATASTROPHIC EVENT IN BOTTOM SEDIMENTS OF LAKES NEAR KERET VILLAGE, KARELIA**

### **Abstract**

The results of a lithological study of the bottom sediments of the lakes, located in the area of the Keret village, Karelia, are presented. Holocene marine and lacustrine sediments were identified. In several lakes within the marine sediments there is a layer, represented by sand and silt with fragments of shells and with gravel. The formation of this layer is associated with tsunami.

### **Keywords:**

*tsunami sediments, lake basins, White Sea, North Karelia, Holocene.*

### **Введение**

В разрезах донных отложений озерных котловин, расположенных на морских побережьях, часто отмечается нарушенное залегание осадков, образование которых связано с проявлением цунами. Такие осадки отмечаются в озерах Норвегии (Bondevik et al., 2003), Японии (Urabe, 2017), Чили (Kemprf et al., 2017), они также обнаружены в озерах Кольского полуострова, на баренцевоморском побережье (Толстобров и др., 2018). В последнее время установлено, что в Беломорском регионе в голоцене были многочисленные землетрясения с магнитудой более 6 (Никонов, Шварев, 2013). На это указывают распространенные сеймотектонические уступы, ущелья, рвы и трещины в кристаллических породах и сейсмогравитационные обвалы, обрушения и оползни в рыхлых четвертичных отложениях. Наряду с этим исследователи описывают проявление исторических цунами в пределах Белого моря (Евзеров, 2014; Никонов, 2007, 2015), однако в разрезах донных осадков озерных котловин следов этих цунами до настоящего времени отмечено не было. В данной работе приводятся новые литологические данные осадков озер в районе с. Кереть (Карелия), в которых обнаружены следы голоценового цунами.

### **Район исследования**

Район исследований находится на севере Республики Карелия, в окрестностях села Кереть, где на небольшом участке побережья (размером 3 × 3 км) проведено изучение осадков в трёх озерных котловинах с отметками уровня воды в них от 4 до 19,9 м над уровнем моря (н. у. 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). На северо-востоке от района исследования располагается Кандалакшский грабен, который относится к основным структурным элементам рельефа фундамента Балтийского щита.

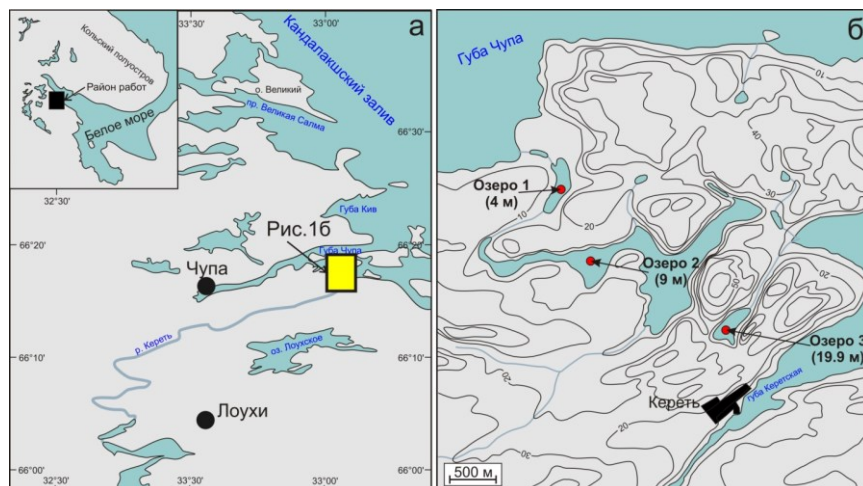


Рис. 1. Положение района исследования (а) и изученных озерных котловин в районе села Кереть (б)  
 Fig. 1. The location of the study area (a) and the studied lake basins near the village of Keret (b)

#### Методы исследования и материалы

Донные отложения из озерных котловин были отобраны при помощи переносного поршневого бура со льда. Бурение проводилось до коренных пород в наиболее глубоких местах озера, на участках с плоским дном. Длина каждого керна составляла 1 м, диаметр 54 мм, керны отбирались с перекрытием в 10 см. В полевых условиях по визуально определяемым признакам (цвет, текстура, включения, механический состав) выполнялось литологическое описание и проводилось опробование осадков на диатомовый анализ и радиоуглеродное датирование. Высотное положение озёр определялось по картам масштаба 1 : 25 000 и 1 : 50 000. В результате были исследованы три озёрные котловины. Ниже приведена краткая характеристика каждого озера и литологическое описание вскрытых осадков.

**Озеро 1 — Тростяное** (N66°17'57.0" E033°31'19.9") находится на абсолютной отметке (абс. отм.) 4 м н. у. м. Котловина озера неправильной, вытянутой формы, размером 600 × 150 м, площадью 0,08 км<sup>2</sup>. Берега залесены. В южной части в озеро впадает небольшой ручей, с северной стороны из озера вытекает небольшой ручей. Порог стока из озера 4,0 м.

Описание разреза донных отложений снизу вверх (рис. 2, озеро 1):

6,00–4,09 м — алеврит серого, темно-серого цвета с оливковым оттенком. Отмечается неясная слоистость, выраженная изменением оттенка цвета. На глубине 4,40–4,50 м отмечается прослой алеврита с песком и обломками раковин. Переход в вышележащий интервал постепенный. На глубинах 4,90 и 5,00 м отмечаются единичные обломки раковин.

4,09–3,90 м — гиттия. Тонкое переслаивание черных, темно-серых, коричневатозеленых слоев мощностью первые миллиметры.

3,90–3,85 м — гиттия темно-серо-коричневая, шоколадно-коричневая, разжижена.

**Озеро 2 — Большое Черлиное** (N66°17'33.2" E033°31'48.8") на абс. отм. 9,2 м н. у. м. имеет неправильную, изогнутую форму (рис. 1, б). Вытянуто с запада на восток более чем на 3 км. Площадь 0,88 км<sup>2</sup>. В озеро впадает несколько ручьев в северной и южной частях озера. Из западной части озера вытекает ручей, который впадает в озеро Тростяное. Отбор кернов донных осадков проводился в западной части озера.

Описание разреза донных отложений снизу вверх (рис. 2, озеро 2):

6,00–4,32 м — глина слоистая, неясно-слоистая, серого цвета. В интервале встречаются единичные зерна гравия. Вверх по разрезу постепенно происходит изменение грансостава отложений.

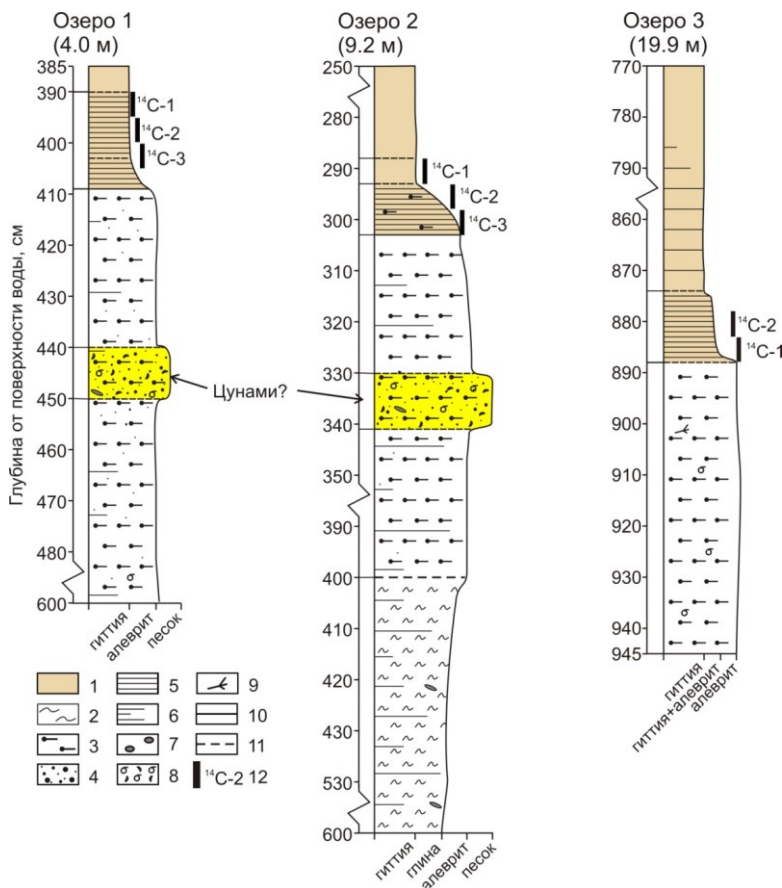


Рис. 2. Разрезы донных осадков озёр, расположенных в районе с. Кереть:

1 — гиттия; 2 — глина; 3 — алеврит; 4 — песок;  
 5 — слоистость; 6 — неясная слоистость; 7 — гравий / галька; 8 — обломки раковин; 9 — растительные остатки; 10 — резкая граница; 11 — постепенная граница; 12 — интервал на радиоуглеродное датирование

Fig. 2. Sections of bottom sediments of lakes located near the village of Keret.  
 Legend: 1 — gyttja; 2 — clay; 3 — silt; 4 — sand; 5 — lamination; 6 — weak lamination; 7 — gravel / pebble; 8 — fragments of shells; 9 — plant remains; 10 — sharp boundary; 11 — gradual boundary; 12 — interval for radiocarbon dating

4,32–3,03 м — алевроит слоистый, неясно слоистый, бежево-серого цвета. В интервале 3,41–3,30 отмечается прослой песка мелко-среднезернистый, с обломками раковин и единичными зернами гравия.

3,03–2,93 м — тонкослоистый интервал, сложенный гиттией с алевроитом. Вверх по разрезу меняется цвет интервала от темно-серого до бежево-серого, а также содержание алевроита постепенно уменьшается.

2,93–2,88 м — гиттия светло-коричневого цвета с желтоватым оттенком.

2,88–2,50 м — гиттия коричневого цвета, монотонная.

**Озеро 3 — Малое Черливое** (N66°17'07.0" E033°33'42.5") находится на абс. отм. 19,9 м н. у. м. Котловина озера овальной формы, вытянута с юго-запада на северо-восток (рис. 1, б). Размер 500 × 150 м, площадь 0,06 км<sup>2</sup>. На северо-востоке из озера вытекает ручей. Берега залесены. С северо-западной и юго-восточной стороны склоны холмов, высота вершин которых 50–60 м.

Описание разреза донных отложений снизу вверх (рис. 2, озеро 3):

9,45–8,88 м — алевроит серого цвета (с оливковым оттенком), с растительными остатками, встречаются единичные обломки раковин.

8,88–8,74 м — алевроит с гиттией. Интервал слоистый. Вверх по разрезу количество алевроита постепенно уменьшается. Цвет слоев темно-серый до черного, коричнево-оливковый. Мощность слоев — первые миллиметры.

8,74–7,70 м — гиттия слоистая, темно-коричневая до черной.

### Результаты и их обсуждение

В озерных котловинах были обнаружены осадки морского происхождения, которые через переходную зону сменяются современными озерными отложениями (гиттией). В разрезах озер 1 и 2 (рис. 2) в морских осадках обращает на себя внимание интервал мощностью около 10 см примерно в 0,3–0,35 м ниже переходной зоны, который сложен алевроитами с примесью песка и редкой галькой, обломками раковин. Подобные аккумуляции характерны краткосрочным периодам с повышенной волновой активностью в прибрежной зоне моря и могут быть связаны в том числе с катастрофическими событиями (цунами). Осадки этого события находятся в толще морских отложений озера 2 (с порогом стока 9,2 м). По нашему мнению, котловина озера в это время представляла собой неровность морского дна узкого пролива, береговая линия которого располагалась на отметках выше 10 м. При этом в разрезе озера 3 (с высотой порога стока 19,9 м) осадков цунами не отмечается. Озеро 3 в это время было уже изолировано от морского бассейна, волновая активность моря не могла влиять на осадконакопление в этом озере. Поэтому мы можем определить, что граница моря не была выше 19 м во время этого события. Учитывая современное среднее значение прилива 2 м в данном районе, положение береговой линии сокращается до интервала 12–17 м. Ранее для района п. Чупа была построена кривая (Колька и др., 2015), которая отражает изменение положения береговой линии моря в голоцене. Сопоставление данного интервала высот 12–17 м с этой кривой указывает на интервал времени 1900–2600 лет назад, в который могло произойти данное катастрофическое событие.

Можно предположить, что причиной образования цунами в районе с. Кереть могло стать землетрясение. Так, в работе А. В. Мараханова и Ф. А. Романенко (2014) приводятся данные о сейсмодислокациях и свежих сейсморазрывах, уходящих под воду на островах в западной части

Кандалакшского залива, в районе шхер, которые являются прямым подтверждением существования очагов мощных землетрясений. Авторы определили возраст последних крупных сейсмических событий с эпицентрами вблизи о. Великого и пролива Великая Салма (25 км к северу от района работ) — 500 и 1800 лет назад (Мараханов, Романенко, 2014). Таким образом, формирование прослоев алевролита с примесью песка и редкой галькой, обломками раковин в озерах 1 и 2 можно соотнести с волновой деятельностью в результате сейсмического события около 1800 лет назад.

Аналогичное событие было зафиксировано в историческое время. Речь идет о землетрясении в западной части Кандалакшского залива, зафиксированном 20 мая 1967 г. несколькими сейсмическими станциями и очевидцами (Никонов, 2015). Интенсивность сотрясения, эпицентр которого располагался под дном залива, составила V–VI баллов, а магнитуда (по уточненным данным) равнялась 4,1 ( $\pm 0,2$ ). Колебания ощущались на довольно значительной площади. На побережье данное землетрясение сопровождалось цунами.

В настоящее время проводится радиоуглеродное датирование донных отложений озерных котловин. Новые данные возраста помогут более точно определить время проявления сейсмического события. Также авторам видится необходимость проведения дополнительных работ для определения масштабов проявления данного события.

**Выводы.** В разрезах донных отложений озерных котловин обнаружены следы голоценового цунами, возможно, связанного с сейсмическим событием с эпицентром вблизи о. Великого и пролива Великая Салма. Уровень моря в районе с. Кереть во время проявления этого события располагался в интервале высот 12–17 м. Примерное время проявления катастрофического события составляет 1800–2600 лет назад.

*Работа выполнена в Геологическом институте КНЦ РАН (тема 0226–2019–0054) при частичной поддержке гранта РФФИ № 18-09-40110-Древности.*

## Литература

Евзеров В. Я. Ужасное событие, случившееся в 1888 году в селе Кашкаранцы // Природа. 2014. № 5. С. 74–77.

Колька В. В., Корсакова О. П., Шелехова Т. С., Толстоброва А. Н. 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. Чула (Северная Карелия) // Вестник МГТУ. 2015. Т. 18, № 2. С. 255–268.

Мараханов А. В., Романенко Ф. А. Новые данные о послеледниковых сейсмодислокациях Северной Карелии (Карельский берег Белого моря) // Юдахинские чтения. Геодинамика и экология Баренц-региона в XXI веке: мат-лы докл. всерос. конф. Архангельск, 2014. С. 137–140.

Никонов А. А. Древнее цунами на Соловецких островах // Природа. 2007. № 9. С. 33–40.

Никонов А. А. Небывалое бедствие в селе Кашкаранцы // Природа. 2015. № 1. С. 51–55.

Никонов А. А., Шварев С. В. Голоценовая тектоническая активность и сейсмичность Беломорского бассейна // Тезисы доклада на заседании

Палеосейсмологического семинара ИФЗ РАН от 16 декабря 2013 г. URL: <http://www.ifz.ru/fundamental/tektonicheskaja-aktivnost-belomorskogo-basseina/> (дата обращения: 21.08.2019).

*Слабунов А. И.* Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2008. 296 с.

*Толстобров Д. С., Толстоброва А. Н., Колька В. В., Корсакова О. П., Субетто Д. А.* Возможные следы голоценовых цунами в озерных отложениях в районе пос. Териберка (Кольский полуостров) // Труды Карельского научного центра РАН. 2018. № 9. С. 92–102.

*Bondevik S., Mangerud J., Dawson S.* Record-breaking height for 8000-year-old tsunamis in the North Atlantic // EOS. 2003. Vol. 84. P. 289–293.

*Kempf P., Moernaut J., Van Daele M., Vandoorne W., Pino M., Urrutia R., De Batist M.* Coastal lake sediments reveal 5500 years of tsunami history in south central Chile // Quaternary Science Reviews. 2017. Vol. 161. P. 99–116.

*Urabe A.* Reconstruction of tsunami history based on event deposits in the Niigata area, eastern coast of the Sea of Japan // Quaternary International. 2017. Vol. 456. P. 53–68.

#### *Сведения об авторах*

**Толстобров Дмитрий Сергеевич**

кандидат геолого-минералогических наук, младший научный сотрудник, Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, [tolstobrov@geoksc.apatity.ru](mailto:tolstobrov@geoksc.apatity.ru)

**Колька Василий Васильевич**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий лабораторией, Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, [kolka@geoksc.apatity.ru](mailto:kolka@geoksc.apatity.ru)

**Вашков Андрей Александрович**

кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, [vashkov@geoksc.apatity.ru](mailto:vashkov@geoksc.apatity.ru)

**Tolstobrov Dmitry Sergeevich**

PhD (Geology & Mineralogy), Junior Researcher, Geological Institute of FRC KSC RAS, [tolstobrov@geoksc.apatity.ru](mailto:tolstobrov@geoksc.apatity.ru)

**Kolka Vasily Vasiljevich**

PhD (Geology & Mineralogy), Associate Professor, Head of Laboratory, Geological Institute of FRC KSC RAS, [kolka@geoksc.apatity.ru](mailto:kolka@geoksc.apatity.ru)

**Vashkov Andrey Aleksandrovich**

PhD (Geology & Mineralogy), Researcher, Geological Institute of FRC KSC RAS, [vashkov@geoksc.apatity.ru](mailto:vashkov@geoksc.apatity.ru)