

- [23] Чистяков К. В., Москаленко И. Г., Зелепукина Е. С. Климат Убсунурской впадины: пространственная модель // Изв. РГО. 2009. Т. 141, вып. 1. С. 44—61.
- [24] Чистяков К. В., Каледин Н. В., Москаленко И. Г. и др. Горы и люди: изменения ландшафтов и этносы внутриконтинентальных гор России / Под ред. К. В. Чистякова и Н. В. Каледина. СПб.: ВВМ, 2010. 438 с.
- [25] Шейнман В. С. К проблеме древнего оледенения в горах Сибири // Гляциология Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1993, вып. 4 (19). С. 11—15.

Санкт-Петербург
Ganushkinspbgu@mail.ru
kirill.chistyakov@gmail.com
ckassy@km.ru
Санкт-Петербургский
государственный университет

Поступило в редакцию
26 февраля 2013 г.

Изв. РГО. 2013. Т. 145. Вып. 4

© С. Б. НИКОЛАЕВА

СВИДЕТЕЛЬСТВА СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ПОБЕРЕЖЬЕ МУРМАНА В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ (СЕВЕРО-ВОСТОК БАЛТИЙСКОГО ШИТА)

Введение. О редких случаях сильных землетрясений на северо-востоке Балтийского шита было известно уже с XVI в. [7]. Относительно сейсмических событий, не сохранившихся на человеческой памяти, но оставивших свои следы в рельефе земной поверхности — палеосейсмодислокации, известно из статьи Н. И. Николаева [8]. Объектами палеосейсмогеологических исследований были в основном нарушения и деформации в породах кристаллического фундамента. Одно из сравнительно новых направлений в палеосейсмогеологии — изучение деформационных текстур в рыхлых осадках, получивших название «сейсмиды» [25]. Они возникают в результате разжижения грунтов под влиянием сейсмических волн и вибрации [24]. Локализация и возрастные привязки сейсмидов являются благоприятными объектами для оценки сейсмического режима территорий, а также индикаторами для выявления зон активных разломов и узлов их пересечения. К настоящему времени сейсмиды известны в четвертичных отложениях Канады, Скандинавии, Северо-Запада России [1, 2, 9, 12, 17, 21, 23, 26]. Несмотря на возросший в последнее десятилетие интерес к их изучению, это направление исследований еще недостаточно хорошо разработано и проблемы в интерпретации деформационных текстур обсуждаются до сих пор.

Задачи данной работы — обсуждение возможности сейсмогенного генезиса текстур, обнаруженных в разных генетических типах осадков одной из сейсмически активных структур на Мурманском побережье Баренцева моря — районе Кольского фиорда; определение времени и интенсивности проявления палеосейсмических событий; корреляция с зонами активных разломов.

Методы и материалы исследований. В ходе проведения многолетних полевых работ получен обширный фактический материал о разнообразных деформационных текстурах в четвертичных отложениях северо-востока Балтийского щита. Образование их могло быть обусловлено ледниковыми, мерзлотными, подводно-оползневыми, седиментационными, волноприбойными и многими другими процессами, в том числе и сейсмическими воздействиями. Поэтому методическая основа при изучении текстур состояла в детальном литологическом анализе осадков, в которых они развиты, рассмотрении и переборе различных механизмов их образования, выделении сейсмогенных признаков, сопряженности разрезов с зонами активных разломов. Для определения возраста применялось радиоуглеродное датирование в сочетании с другими методами (региональной стратиграфией, палеогеографией и пр.).

Типы текстур. Исследуемые текстуры изучены в позднеплейстоцен-голоценовых отложениях, вскрытых расчистками в естественных обнажениях вдоль долин рек или карьерами, а также в результате бурения донных осадков озер в 5 основных участках (рис. 1). Детальное послойное изучение субгоризонтально залегающих толщ в разрезах показало широкое развитие в них пластических и хрупко-пластических деформаций.

Среди пластических деформаций мы выделили группу разнообразных конволютных текстур. Под термином конволютные текстуры (или структуры) (*convolute structures, convolute lamination, contorted structures*) понимают внутрипластовые нарушения слойков, образующие более или менее сложные системы складок, волнистых, очень беспорядочно расположенных, иногда закручиваний слойков песка в виде спиралей [14]. Финские исследователи к конволютным текстурам относят более широкий спектр деформаций: конволютную слоистость, антиклинали, синклинали, интрузии, инъекции, «отпечатки нагрузки», структуры опускания и столбчатые структуры, «псевдонодули», различные складки [15].

В изученных разрезах конволютные текстуры представлены волновыми формами, текстурами удаления воды типа «пламя», пластическими «интрузиями», псевдонодулями.

Волновые конволютные текстуры образованы изгибаниями слоев песка или алевроита в виде волн или складок с «длиной волны» около 10—12 см и амплитудой 15—20 см. Эти текстуры часто сочетаются с другими типами деформаций и насчитывают до 3—4 хорошо выдержанных по простиранию горизонтов мощностью от 10 до 35—40 см, разделенных ненарушенными отложениями (рис. 2, 3). Они встречаются в дистальных частях флювиогляциальных дельт, ледниково-морских, озерно-ледниковых и озерных осадках всех изученных участков.

К текстурам удаления воды (*water escape structures*) относят столбчатые и блюдцеобразные. К их образованию приводит повышенное поровое давление в сочетании с флюидизацией [24]. Такие текстуры в сочетании с другими типами конволлютов встречены в дистальной части Сайда-губской дельты (участок 1 на рис. 1). Столбчатые текстуры представлены вертикальными или наклонными круглыми столбами (каналами), которые круто секут слоистый песок (рис. 3, б). Толщина их составляет от нескольких миллиметров до 0.5—1.5 см. Аналогичные по морфологии текстуры наблюдались вблизи плейстосейстовой зоны Чарльстонского землетрясения 1886 г. [24].

Текстуры «пламя» (*flame structures*) образованы пламеневидными перьями алевроита или тонкозернистого песка, неравномерно выжатыми вверх (в

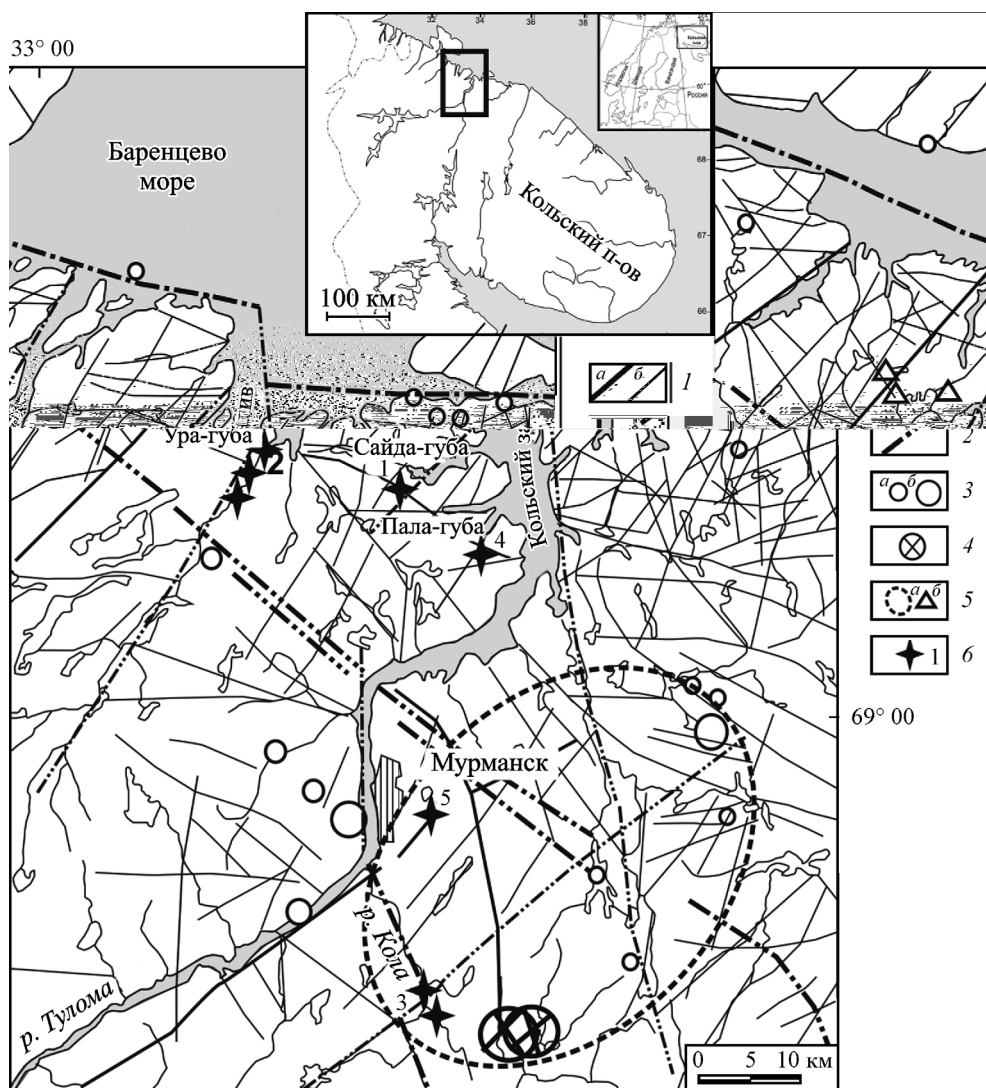
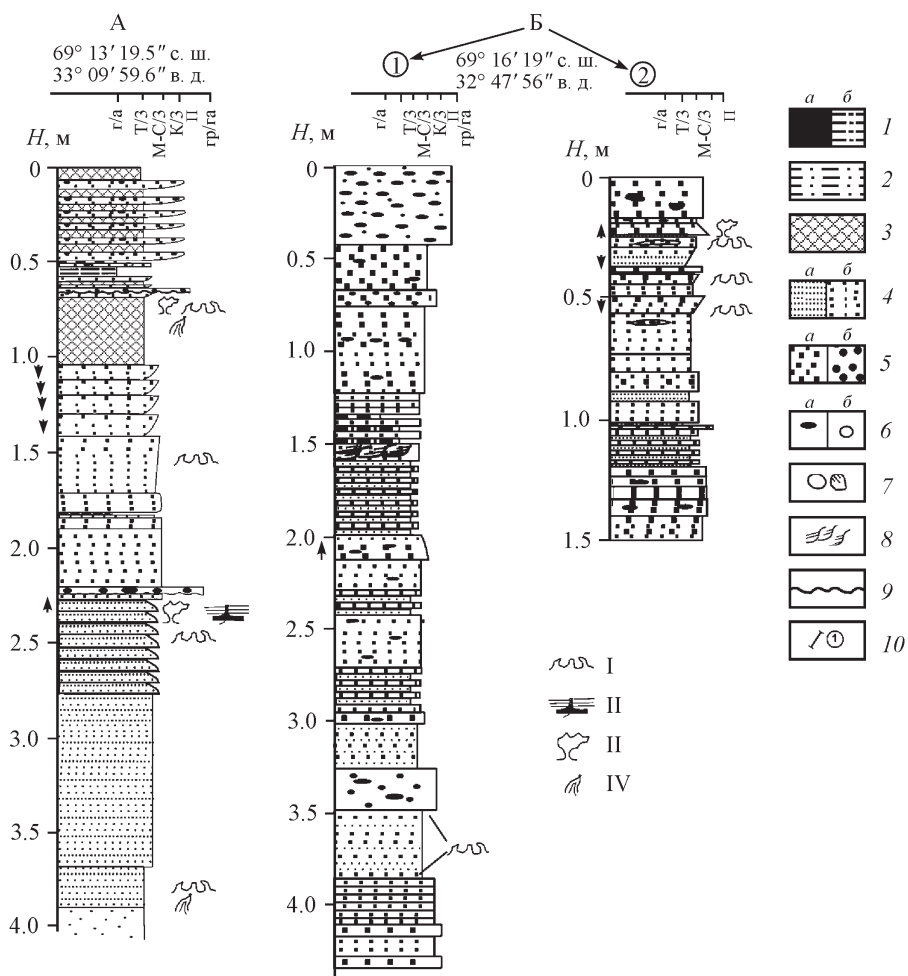
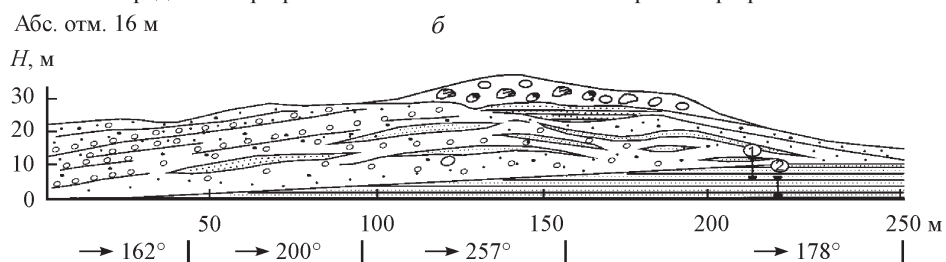
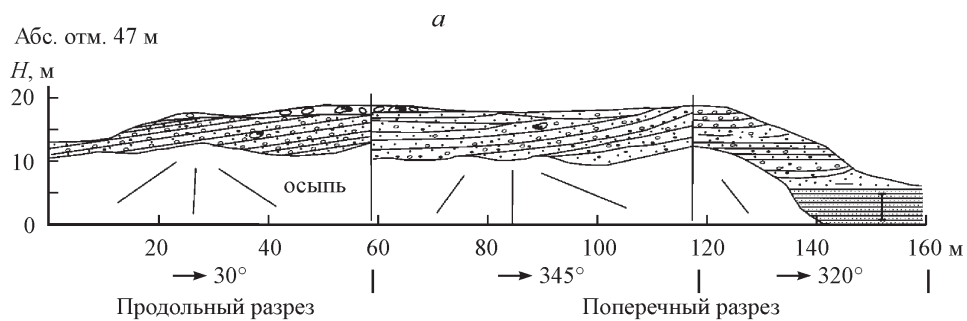


Рис. 1. Схема новейших разломов и участков изучения деформационных текстур в разрезах четвертичных отложений исследуемого района.

1 — новейшие разрывные нарушения (линеаменты): главные (*а*), второстепенные (*б*); 2 — активизированные разломы по [13] с добавлениями автора; 3—4 — эпицентры землетрясений по [3]; 3 — инструментально зарегистрированные с магнитудами $M \leq 3$ (*а*), $M > 3$ (*б*), 4 — исторические; 5 — участки развития палеосейсмодеформаций в кристаллических породах (*а*), отдельные палеосейсмодеформации (*б*); 6 — участки изучения разрезов четвертичных отложений и их номера.



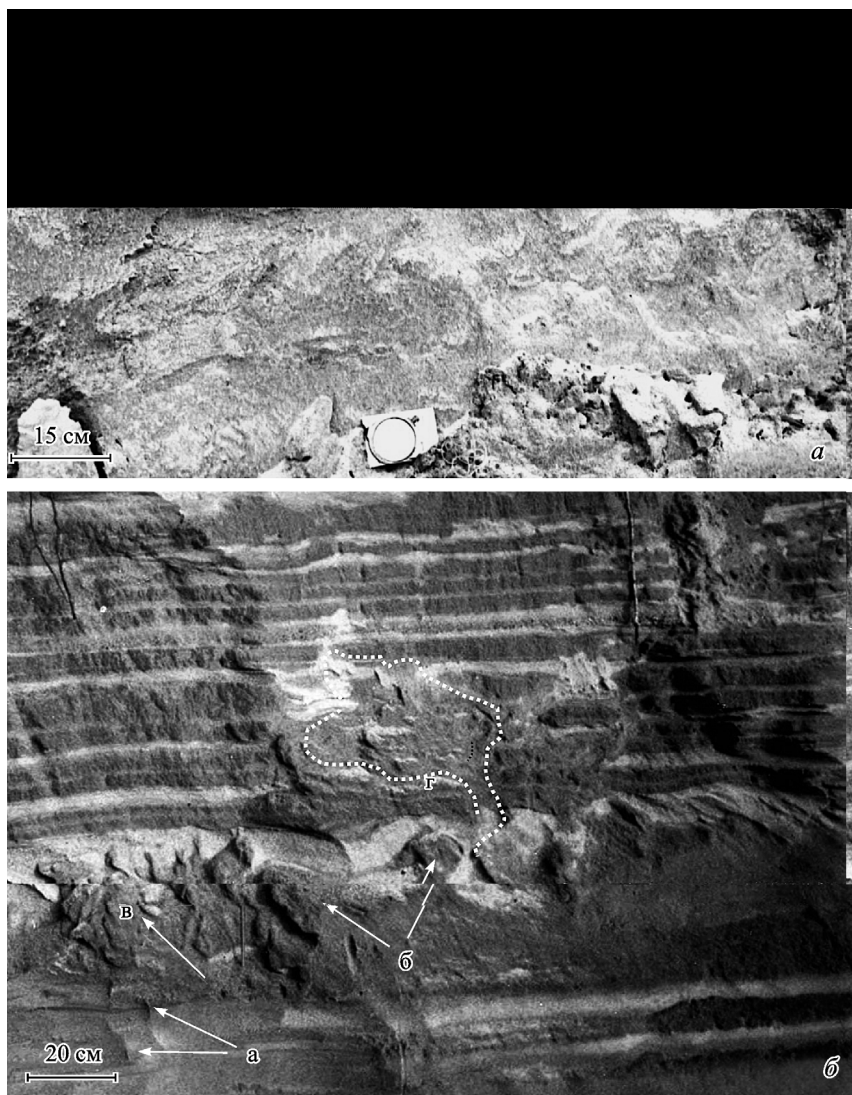


Рис. 3. *а* — волновые конволютные текстуры в мелкозернистых песках Урагубской флювиогляциальной дельты, *б* — сочетание различных типов текстур в тонкослоистых песчано-алевритистых осадках Сайдагубской дельты.

а — столбчатые, *б* — конволютная слоистость в виде разнонаправленных складок, *в* — явления разжижения песков, *г* — пластические «интрузии».

Рис. 2. Строение Сайдагубской (*а*) и Урагубской (*б*) флювиогляциальных дельт и литологические колонки осадков с деформационными горизонтами, разделенными ненарушенными отложениями.

1 — глина (*а*), алеврит (*б*) (г/а); *2* — супесь (с); *3* — тонкое переслаивание алеврита и тонкозернистого (т/з) песка; *4* — песок тонкозернистый (*а*), мелкозернистый (*б*); *5* — песок среднезернистый (с/з) (*а*), крупнозернистый (к/з) (*б*); *6* — гравий (гр) (*а*), галька (га) (*б*); *7* — валуны; *8* — косоволнистая слоистость; *9* — границы размыва; *10* — линии разрезов и их номера. *I* — конволютная слоистость, *II* — текстура удаления воды, *III* — пластические «интрузии», *IV* — текстуры «пламя».



Рис. 4. *а* — текстуры «пламя» в ледниково-морских песках, обнажающихся вдоль р. Ура. Длина мастерка 30 см. Фото В. Я. Евзерова. *б* — диапироподобные внедрения в песках, вскрытых в Урагубской флювиогляциальной дельте. Длина линейки 1.3 м. *в* — закручивание слоев песка в складки с образованием уплощенных псевдонодулей, которые последовательно срезают друг друга вверх по разрезу, уменьшаясь в размерах. Видно две генерации псевдонодулей (*а*, *б*). Длина линейки 65 см.

отличие от текстур нагрузки в виде «карманов» и «мешков», погруженных вниз, хотя и являются их разновидностью) (рис. 4, *а*). Высота отдельных форм варьирует от 3—5 до 15 см. Обращает на себя внимание тот факт, что в изученных горизонтах эти текстуры находятся в центральной части песчаного слоя и их «язычки» распространяются только вверх, не проникая в подстилающие осадки. Иногда вершины язычков наклонены в виде флагов или запрокинуты на юго-запад. Образование текстур возможно при различной вязкости слоев в двуслойной системе с одновременным горизонтальным скольжением или волочением [15]. Текстуры «пламя» наблюдаются как в ледниково-морских, так и во флювиогляциальных осадках участков 1—3 на рис. 1.

Пластические «интрузии» (*diaper-like injections/intrusion*) представлены внедрениями песков снизу вверх в перекрывающие ненарушенные горизонты (рис. 4, *б*). Эти внедрения вскрыты карьерами в песчано-алевритисто-глинистых осадках участков Ура- и Сайда-губы. Они аналогичны песчаным вулка-

нам, которые не достигли поверхности и были образованы в результате землетрясений [22]. Высота наблюдаемых текстур достигает 35—40 см, а ширина варьирует от 20 до 25 см.

Закручивание слоев разнозернистых песков с образованием сферических нодулей, часто уплощенной и (или) усеченной формы, похожих на отдельные лежащие складки (рис. 4, в), можно отнести к «псевдонодулям» — изолированной массе осадка различной морфологии [25]. Слои, в которых они появляются, обычно 10—55 см толщиной и часто обладают отчетливым обратным плотностным градиентом. Однако мы наблюдали и несколько случаев, когда размер зерен приблизительно одинаков в самих нодулях и во вмещающем их материале. Псевдонодули образуются в тех случаях, когда перекрывающие осадки (в наших случаях песчаные или песчано-гравийные) погружаются вниз, образуя при этом загнутые края и синклинали, разделенные антиклиналями или фестонами. Образование таких текстур связывают с различной плотностью и вязкостью материала самих нодулей и вмещающих отложений, в результате которых перемещение материала происходит в субвертикальном направлении, т. е. он проваливается в разжиженный осадок [15]. Уплощенность и вытянутость форм может указывать на последующее перемещение материала в горизонтальном направлении в условиях действия сдвиговых напряжений.

В группе хрупко-пластических деформаций выделены системы структур «разломно-градационной слоистости» и микродаек.

К структурам разломно-градационной слоистости (*fault-graded beds*) относят своеобразные нарушения, представляющие собой внутри- и межслоевые мелкие трещины со ступенчатыми смещениями, часто наследуемые кластическими микродайками и отражающие почти всегда сейсмическое происхождение [25]. Такие нарушения, развитые в тонкослоистых ритмитах (переслаивающихся песках, алевритах и глинах) лимногляциального генезиса, вскрыты несколькими расчистками вдоль долины р. Колы (участок 3 на рис. 1). В изученных разрезах они представлены ступенчатыми взбросами с амплитудой смещения от 3—5 до 20 см, азимутами падения 115—160° и углами падения 60—70°. Микродайки мощностью от 3—4 мм до 1—1.5 см, развитые по трещинам, заполнены гомогенизированным светлым песком, поступившим из нижних горизонтов (рис. 5). В плане они прямолинейны, реже имеют извилистую форму.

Нарушения и деформации присутствуют также и в озерных осадках исследуемого района. Обычно озерные отложения характеризуются субгоризонтальным залеганием, свидетельствующим о спокойной гидродинамической обстановке во время осадконакопления. Однако при изучении донных осадков озер в районе Пала-губы на западном борту Кольского фиорда (участок 4 на рис. 1) Д. Корнером с коллегами [16] в одном из озер зафиксированы конволютные складки в илах и гиттии. Кроме отчетливых конволюций в осадках имеет место инверсия возрастов (рис. 6).

Нарушения озерных осадков в виде наклонно залегающих слоев алевритов и гиттии (толщина всего нарушенного слоя 90 см) и микросбросов в сочетании с оползевыми текстурами были отмечены также и в озерной котловине восточного борта Кольского фиорда, около Мурманска [10]. Здесь же выявлен сейсмооползень рыхлого материала (участок 5 на рис. 1).

Возраст деформаций. Судя по результатам палеогеографических исследований, образование сходных по строению флювиогляциальных дельт и па-

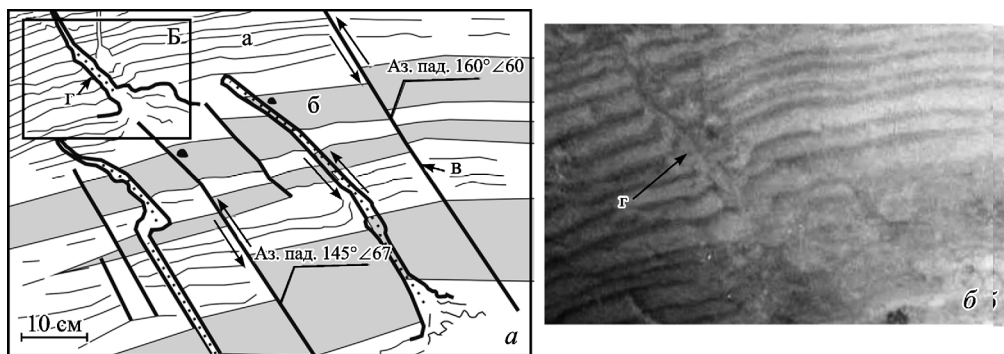


Рис. 5. Ступенчатые взбросы и инъекционные микродайки в тонкослоистых осадках долины р. Кола.

а — слоистые желтые пески и серые алевроиты (*а*), алевроиты и суглинки (*б*), взбросы (*в*), микродайки (*г*); *б* — инъекционная микродайка, заполненная песком, поступившим снизу вверх (*г*).

рагенетически связанных с ними ледниково-морских и ледниково-озерных осадков в Ура-губе, Сайда-губе и у Колы происходило приблизительно в одно и то же время — между периодом позднего дриаса (10.3—11 тыс. л. н.) и временем окончания дегляциации [4, 5, 11]. Рассматриваемая область освободилась полностью ото льда около 9.5 тыс. л. н. [18, с. 10]. Следовательно, возникновение деформационных тектур в пределах обсуждаемых участков могло произойти именно в этом временном интервале — между ~11—10.3 и 9.5 тыс. л. н. Вероятно, в этот период произошло не менее 4 сейсмических событий, о чем свидетельствуют несколько горизонтов с сейсмитами в изученных разрезах. Полученные данные хорошо согласуются и с опубликованными сведениями о палеоземлетрясениях в соседней Швеции, где приблизительно в этот же период времени зафиксировано около 12 сейсмических случаев [23, с. 143].

Возраст еще одного сейсмического события, случившегося 8950 ± 150 л. н. (ТА-2293) в районе Мурманска, определен по данным радиоуглеродного анализа образца гиттии [27]. Приведенная дата характеризует начальный этап накопления органики в озере, образовавшемся во время землетрясения в результате перегораживания оползнем долины ручья. Вероятно, к этому же времени следует отнести и образование деформаций в озерных осадках, раскрытие сейсморва, а также группу нарушений в скальных породах, развитых в пределах участка [10]. В озерных осадках района Пала-губы, близ г. Полярный (участок 4 на рис. 1) возраст нарушений, определенных по образцам гиттии радиоуглеродным методом, можно отнести ко времени $\sim 7790 \pm 100$ л. н. (Т12935А) (рис. 6) [16].

Таким образом, анализ геолого-геоморфологических и палеогеографических обстановок, а также данные радиоуглеродных анализов указывают на несколько сейсмических событий, случившихся в самом конце позднеледниковья и голоцена в период между 10.3—11 и 9.5 тыс. л. н., около 9 и 7.8 тыс. л. н.

Обсуждение генезиса деформационных тектур. Изучение деформационных тектур в сейсмически активных областях свидетельствует, что наиболее подвержены сейсмогенному разжижению водонасыщенные тонкозернистые отложения [22]. Основным механизмом, определяющим это разжижение

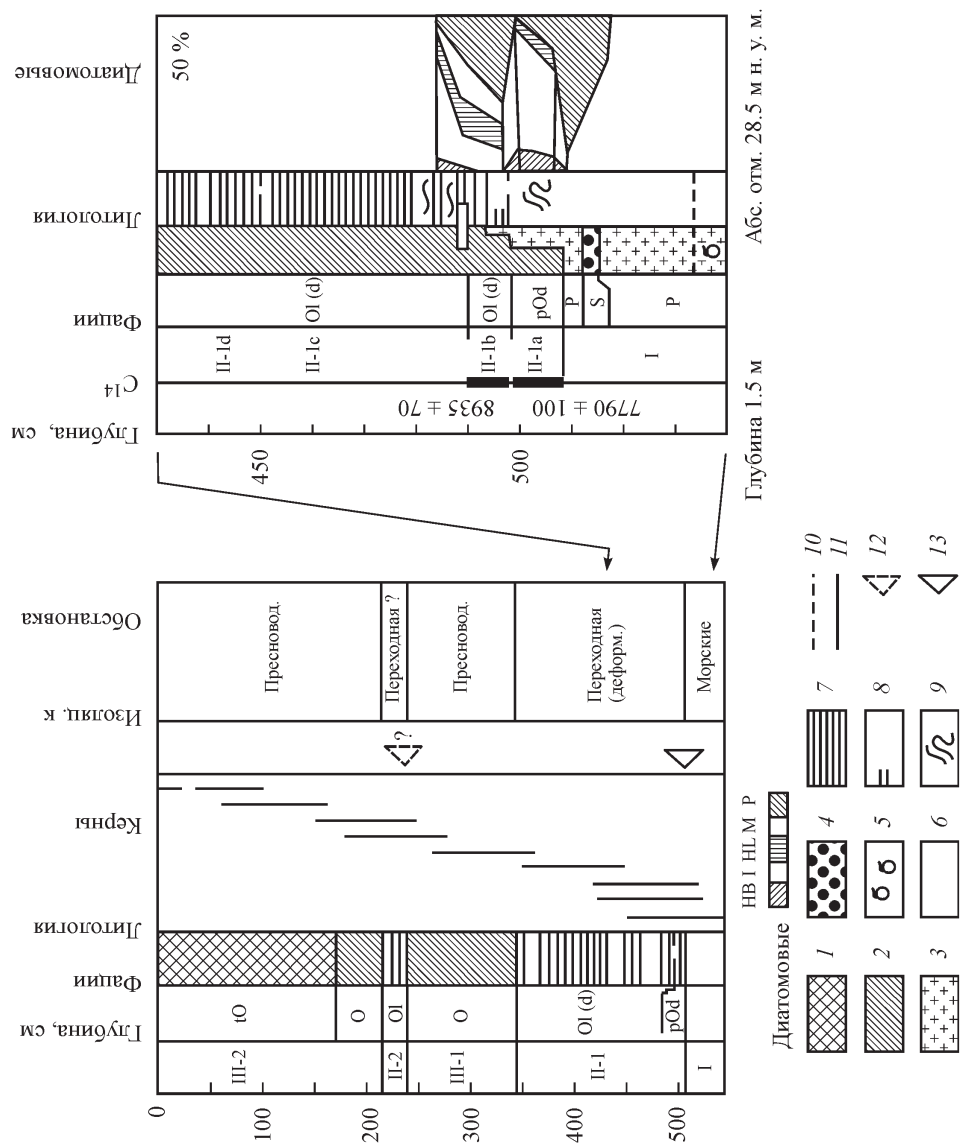


Рис. 6. Стратиграфические колонки озера 5 на участке Пала-губа, показывающие полный разрез ядра (слева) и деталь разреза около переходной зоны (пункт I—II) с конволлютной слоистостью и инверсией возрастов по [16].

1 — грубозернистая гиттия с детритом (Ю), 2 — гиттия, 3 — ил, 4 — песок, 5 — фрагменты раковин, 6 — древесные фрагменты, 7 — слоистость (I), 8 — слабая слоистость (Iw), 9 — деформированная слоистость (D), 10 — градиционный контакт, 11 — четкий контакт, 12 — изоляционный контакт, 13 — ингрессия.

и деформирование грунтов, является циклическое изменение касательных напряжений, вызываемое прохождением сейсмических волн. В результате возникают колебания частиц грунта и контакты между ними разрываются. При этом высвобождается вода, заполнявшая пространство между зернами, и грунты приобретают свойство жидкости с взвешенными частицами [24].

Обсуждаемые деформационные текстуры были обнаружены в пределах 65-километровой зоны, примыкающей к Кольскому фиорду — одному из наиболее сейсмоактивных узлов на побережье Мурмана. Известные исторические землетрясения 1772 и 1873 гг. имели магнитуду (М) около 5 с интенсивностью сотрясений поверхности в эпицентре (I) до 7 ± 0.5 баллов, а инструментально зарегистрированные события с $M = 4.2 \pm 0.5$ и $I = 4 \pm 0.5$ произошли в Кольском заливе и восточнее Мурманска в 1968 и 1990 гг. [3].

Формы и размеры текстур, а также цикличность проявления в разрезах исключают их гляциогенный генезис. Криогенные процессы также можно исключить, поскольку на территории Мурманской области они имеют крайне ограниченное распространение, а все исследуемые текстуры сформированы в субаквальных условиях и на большой глубине. Отсутствие наклонной поверхности исключает возникновение конволютных текстур вследствие процессов гравитации и оползания.

Образование серии мелкомасштабных разрывных нарушений, которые развиты в долине р. Кола, могло бы быть связано с гравитационными процессами. В этом случае азимут падения их плоскостей должен соответствовать направлению падения естественного склона. Поскольку разрез находится на правом берегу р. Кола, где склон в этом месте спускается к реке, то и падение трещин в случае их гравитационного происхождения должно быть в сторону реки. В нашем случае падение трещин юго-восточное, внутрь склона, поэтому гравитационное образование разрывов можно исключить. Трудно связать их образование и с гляциопроцессами, например вытаяванием линзы мертвого льда, при котором практически невозможно образование инъекционных даек. По мнению С. Обермейера [24], наличие мелкомасштабных разрывных проявлений в тонких слоях должно однозначно наводить на мысль о сейсмичности, особенно, если в связном материале, окружающем тонкие слои песка или алевролита, отмечаются хрупкие деформации, поскольку последние подразумевают внезапное воздействие высокого парового давления на связный материал.

Исследуемые текстуры могли быть образованы в результате седиментационных процессов, связанных с различной нагрузкой и плотностью материала в двухслойных системах, вертикальным проникновением воды через неплотные отложения, с турбидитными или турбулентными потоками, напрямую связанными с тектоническими движениями. Еще одним из наиболее вероятных предположений могло бы являться образование конволютных текстур в результате действия флювиальных потоков при образовании флювиогляциальных дельт. Однако этому противоречит возникновение однотипных деформаций в различных генетических фациях осадков: флювиогляциальных (главным образом в дистальных частях дельт), ледниково-морских, озерно-ледниковых и озерных, в которых должны бы действовать и разные процессы их образования.

Конволютные текстуры развиты в основном в песках, алевролитах, глинах, илах и гиттиях — материале, обладающем способностью к разжижению и флюидизации. Они приурочены к различным по строению слоям песка:

градационным (чаще с обратной градационной слоистостью, но есть и с прямой) и однородным (рис. 2). При распределении текстур внутри слоя не наблюдается их четкой приуроченности: они развиты как в кровле слойков, так и в середине и подошве слоя и отмечены в разных по строению толщах (как слоистых, так и однородных). Поэтому ни различия в размере зерен, их плотности, составе или мощности горизонта, ни какие-либо другие седиментационные особенности не могут объяснить возникновение конволлютов в определенном слое (пласте) в данном конкретном месте и отсутствие их в аналогичных слоях (пластах) в других районах. Неясно также, почему эти текстуры могут быть обнаружены в одной части гомогенизированного слоя, но отсутствуют в другой. Причина, объясняющая их образование, становится намного понятнее, если допустить, что спусковым механизмом являлся сильный сейсмический импульс в то время, когда осадки оставались еще неконсолидированными и водонасыщенными. Аналогичные конволлютные текстуры сейсмогенного генезиса обнаружены во многих фациях осадков и в других регионах мира [19, 20, 22].

Естественно, мы не можем полностью исключать образование некоторых текстур в результате других процессов, без участия сеймотектоники. Деформированные горизонты удалось проследить лишь на несколько сот метров в пределах участков, поскольку наши наблюдения были ограничены обнаженностью в пределах карьеров и естественных выходов. Обсуждаемые деформации могли быть образованы в результате нескольких процессов, действовавших одновременно, что существенно затрудняет установление их генезиса. Однако ряд факторов невозможно объяснить без участия сейсмической составляющей при формировании осадков. К ним относятся:

- возникновение однотипных деформаций в различных генетических фациях осадков, что могло быть обусловлено объединяющим их единым спусковым механизмом — сейсмическими колебаниями;

- цикличность проявления деформированных горизонтов, разделенных ненарушенными толщами осадков, свидетельствующая о периодичности сейсмического процесса;

- проявление вертикально направленных к земной поверхности гидравлических сил;

- сходство текстур, образованных экспериментально с текстурами, образованными сейсмическими сотрясениями, или с сейсмитами, образованными в результате известных землетрясений;

- нахождение изученных разрезов в сейсмически активной зоне.

Большая часть исследуемых текстур удовлетворяет критериям, разработанным для определения сейсмиков по нескольким признакам [6, 24]. Соприженность изученных разрезов с активными разломами (рис. 1), где выявлены сейсмодетформации в скальных породах [10], лишь усиливают предположение о сейсмогенном генезисе текстур.

Заключение. На севере Кольского полуострова, на побережьях, примыкающих к новейшей грабенообразной структуре Кольского фиорда, в разрезах флювиогляциальных, ледниково-морских, озерно-ледниковых и озерных осадков впервые выявлены сейсмогенные деформации. Они свидетельствуют о нескольких сейсмических событиях позднеледниковья и раннего голоцена — периода, насыщенного различными геологическими событиями, в том числе и сейсмическими. Магнитуда «Кольских» палеоземлетрясений составляла не менее 6.3—6.5 баллов по шкале Рихтера, а интенсивность — более

7—8 баллов по шкале MSK-64 [10]. Полученные данные хорошо согласуются с имеющимися сведениями об исторической и современной сейсмичности, развитием палеосейсмодеформаций в кристаллических породах и отражают высокий сейсмический потенциал района Кольского фиорда.

Список литературы

- [1] Бискэ Ю. С., Сумарева И. В., Шитов М. В. Позднеголоценовое сейсмическое событие в юго-восточном Приладожье. I. Принципы исследования и деформационные текстуры // Вестн. СПбГУ. 2009. Сер. 7, вып. 1. С. 3—25.
- [2] Верзилин Н. Н., Севастьянов Д. В. Следы голоценовых землетрясений в Приладожье // ДАН. 2001. Т. 381, № 2. С. 255—258.
- [3] Годзиковская А. А., Асминг В. Э., Виноградов Ю. А. Ретроспективный анализ первичных материалов о сейсмических событиях, зарегистрированных на Кольском полуострове и прилегающей территории в XXI веке / Отв. ред. А. Н. Виноградов. М.: Ваш полиграфический партнер, 2010. 130 с.
- [4] Евзеров В. Я. Позднеплейстоцен-голоценовые трансгрессии на побережьях Мурмана и Белого моря в связи с дегляциацией // Геоморфология. 2012, № 4. С. 53—64.
- [5] Евзеров В. Я., Николаева С. Б. Пояса краевых ледниковых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000, № 1. С. 61—73.
- [6] Корженков А. М., Бауман Д., Омуралиев М., Хасельтон К. Следы древних сильных землетрясений в отложениях озера Иссык-Куль // Известия РГО. 1999. Т. 131, вып. 4. С. 48—54.
- [7] Мушкетов И. В., Орлов А. П. Каталог землетрясений Российской империи // Зап. Русск. геогр. об-ва. Санкт-Петербург: Типография Императорской АН, 1893. Т. 26. 582 с.
- [8] Николаев Н. И. Неотектоника и сейсмичность Восточно-Европейской платформы // Изв. АН СССР. 1967. Сер. геогр., № 2. С. 13—27.
- [9] Николаева С. Б. Сейсмогенные деформации в отложениях раннеголоценовой террасы реки Печенга (Кольский полуостров) // ДАН. 2006. Т. 406, № 1. С. 69—72.
- [10] Николаева С. Б. Следы разрушительных землетрясений в окрестностях города Мурманска (по историческим и палеосейсмогеологическим данным) // Вулканология и сейсмология. 2008, № 3. С. 52—61.
- [11] Никонов А. А. Развитие рельефа и палеогеография антропогена на западе Кольского полуострова. М.; Л.: Наука, 1964. 181 с.
- [12] Никонов А. А. Сейсмодеформации в молодых эстуарных отложениях Санкт-Петербурга // ДАН. 2012. Т. 443, № 2. С. 203—206.
- [13] Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий. Масштаб 1:5 000 000 / Гл. ред. М. Г. Леонов, Г. С. Казанин. 2010. 1 л.
- [14] Allen J. R. L. The possible mechanics of convolute lamination in graded sand beds // Journal of the Geological Society. 1977, vol. 134. P. 19—31.
- [15] Contorted structures in Quaternary glaciofluvial deposits in southern Finland // Editor Toive Aartolahti. Ann. Acad. Sci. Fennicae, Series A. III. Geologica-Geographica. Helsinki. 1987, vol. 143. 203 p.
- [16] Corner G. D., Kolka V. V., Yevzerov V. Ya., Moller J. J. Postglacial relative sea-level change and Stratigraphy of raised coastal basins at Polyarny (Kola Fjord), northwest Russia // Boreas. 2001, vol. 31. P. 155—177.
- [17] Doig R. Effects of strong seismic shaking in lake sediments, and earthquake recurrence interval. Témiscaming, Quebec // Canadian Journal of Earth Sciences. 1991, vol. 28. N 9. P. 1349—1352.

- [18] Eastern Fennoscandia Younger Dryas end moraines and deglaciation (Field conference Kola peninsula). Editor V. Yevzerov. Apatity, 1993. 66 p.
- [19] Fortuin A. R., Dabrio C. J. Evidence for Late Vessinian seismites, Nijar Basin, South-East Spain // *Sedimentology*. 2008, vol. 55. P. 1595—1622.
- [20] Kundu A., Matin A., Mukul M., Eriksson G. Patrick. Sedimentary facies and soft-sediment deformation structures in the late miocene-pliocene Middle Siwalik subgroup, eastern Himalaya, Darjiling District, India // *Journal geological society of India*. 2011, vol. 78. P. 321—336.
- [21] Lukashov A. D. Paleoseismotectonics in the northern part of Lake Onega (Zaonezhskij peninsula, Russian Karelia) // *Geol. Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Report YST-90*. Espoo, 1995. 36 p.
- [22] Montenat C., Barrier P., d'Estevou P. O., Hibsich C. Seismites: An attempt at critical analysis and classification // *Sedimentary Geology*. 2007, vol. 196. P. 5—30.
- [23] Mörner N.-A. Active faults and paleoseismicity in Fennoscandia, especially Sweden. Primary structures and secondary effects // *Tectonophysics*. 2004, vol. 380. P. 139—157.
- [24] Obermeier S. F., Olson S. M., Green R. A. Field occurrences of liquefaction-induced features: a primer for engineering geologic analysis of paleoseismic shaking // *Engineering Geology*. 2005, vol. 76. P. 209—234.
- [25] Seilacher A. Fault-graded beds interpreted as seismites // *Sedimentology*. 1969, vol. 13. P. 155—159.
- [26] Troften P. E. Paleoseismic deformation in lateglacial sediments south of Stockholm, Sweden // *Bull. INQUA. Neotectonics Commission*. 1996, N 19. P. 47—51.
- [27] Yevzerov V. Ya., Nikolaeva S. B. Cenozoic // *Geology of the Kola Peninsula (Baltic shield)*. Apatity, 1995. P. 107—115.

Апатиты, Мурманская обл.
 nikolaeva@geoksc.apatity.ru
 Геологический институт
 Кольского научного центра РАН

Поступило в редакцию
 5 марта 2013 г.

Изв. РГО. 2013. Т. 145. Вып. 4

© Е. А. ГУСЕВ,* Н. Ю. АНИКИНА,** Х. А. АРСЛАНОВ,*** С. А. БОНДАРЕНКО,*
 Л. Г. ДЕРЕВЯНКО,** А. Н. МОЛОДЬКОВ,**** З. В. ПУШИНА,* П. В. РЕКАНТ,*
 Г. В. СТЕПАНОВА*

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ОСТРОВА СИБИРЯКОВА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 000 ЛЕТ

Введение. Верхнечетвертичные отложения севера Западной Сибири и островов Карского моря до сих пор изучены недостаточно полно. В последнее время по северу Западной Сибири и п-ову Ямал появились датировки, полученные с использованием современных методов датирования: оптико-стимулированной люминесценции (OSL) [2, 3, 7, 11, 19, 20, 22], электронно-парамагнитного резонанса (EPR) [8, 23] и радиоуглеродного датирования микрообъемов органики путем ускорительной масс-спектрометрии (AMS-метод) [2, 22].