

## Научные сообщения

УДК 551.435.4:551.432

© 2003 г. В.Я. ЕВЗЕРОВ, С.Б. НИКОЛАЕВА

**СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗВИТИЯ  
ПОКРОВНЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА  
В КОЛЬСКОМ РЕГИОНЕ**

В последние десятилетия сформировалось достаточно четкое представление о том, что напряжения в земной коре, связанные с наступлениями и отступлениями ледниковых покровов, вызывают интенсивную сейсмическую активность [1]. В западной Фенноскандии формирование палеосейсмодеформаций уверенно связывается с ее дегляциацией. Вопрос о причинах современных землетрясений в указанной области и их возможной связи с остаточным послеледниковым поднятием активно обсуждается. Авторами в последние годы собраны обширные материалы по эволюции оледенений Кольского региона, включающего территорию Мурманской области и прилегающего к Кольскому полуострову шельфа Баренцева и Белого морей, и развитию палеосейсмодеформаций в его пределах [2–4]. В данной статье рассматриваются и анализируются эти материалы.

В Кольском регионе установлены образования только двух последних (московского и валдайского) оледенений, хотя нет сомнений в том, что его покрывали и более ранние оледенения плейстоцена. Масштабы московского оледенения не установлены. В раннем валдае (изотопно-кислородная стадия 5d) западную и центральную части Кольского региона занимали льды Скандинавского покрова. По-видимому, в период ранне-средневалдайского максимума оледенения около 50 тыс. л. н. [5] наряду с ними в восточной части региона располагались льды Карского щита. Деградация этого щита протекала на протяжении второй половины среднего валдая. В период поздневалдайского максимума оледенения весь регион занимал уже Скандинавский ледник [3]. Скандинавский ледниковый покров был низкоградиентным как в период поздневалдайского максимума его развития (около 16–17 тыс. л. н.), так, вероятно, и в последующие стадии деградации [6]. Вследствие этого в периоды межстадиальных потеплений от основного массива активного льда отделялись крупные периферические массивы, которые окончательно стаявали, скорее всего, на протяжении нескольких межстадиалов. В эти же периоды у края активного льда накапливались мощные толщи вытаявшего из тела ледника обломочного материала, слагающие в настоящее время краевые гряды напорно-насыпных морен и редкие флювиогляциальные дельты. Во время стадиальных похолоданий происходили наступления ледника. Они приводили к деформированию краевых межстадиальных отложений и образованию главным образом гряд напорных морен, которые маркируют границу максимального распространения ледника в каждую из стадий. Таким образом, в течение каждого межстадиально-стадиального климатического

цикла плейстоцена в Кольском регионе сформировывался пояс краевых образований, внутренняя полоса которого представлена напорно-насыпными грядами, а внешняя – напорными. Фронтально-ареальная (преимущественно ареальная) дегляциация с отделением обширных периферических массивов льда продолжалась вплоть до потепления в аллерёде (11–12 тыс. л. н.). Шельф Баренцева и, вероятно, Воронка Белого моря в основном освободились ото льда около 14.5–15.5 тыс. л. н. Затем вследствие похолодания между ~14.7 и 13.4 тыс. л. н. лед вновь продвинулся на некоторое расстояние в пределы баренцевоморского шельфа. В связи с потеплениями в бёллинге и аллерёде вся восточная часть региона, включая Беломорскую котловину, освободилась от ледника. Последующее наступление ледника в позднем дриасе на Кольском п-ове составило менее 20–25 км, а в Кандалакшском заливе немного превысило 70 км. Подробные сведения о поясах краевых ледниковых образований Кольского региона приведены в специальной работе авторов [2]. Анализ схем расположения маргинальных ледниковых гряд, приведенной в этой статье на рис. 1, свидетельствует, что наибольший градиент поверхности был характерен для массивов активного льда, занимавших территорию Кольского п-ова в периоды среднего и позднего дриаса.

В начале голоцена тело ледника было расчленено протяженными морскими заливами; на смену преимущественно ареальной дегляциации пришла дегляциация рассекающая, продлившаяся около тысячи лет. Окончательное ставивание ледникового покрова пришлось на конец пребореального – начало бореального периода. Анализ всей имеющейся информации показывает, что в голоцене имело место наиболее быстрое освобождение западной части территории региона от ледниковой нагрузки.

В результате геолого-геоморфологических работ и дешифрирования аэрофото-материалов на Кольском п-ове выделены и изучены сейсмогенные деформации позднеплейстоцен-голоценового возраста, проявленные в рельефе в виде разнообразных дислокаций не только в кристаллических породах, но и в рыхлых четвертичных отложениях [4]. Это локальные сеймотектонические (уступы, ущелья, рвы и трещины в кристаллических породах) и сейсмогравитационные (обвалы обрушения, оползни рыхлых отложений) деформации, а также деформации встряхивания (столбы отседания и ниши выбивания). Они аналогичны деформациям, обнаруженным в эпицентральных зонах современных и древних катастрофических землетрясений, не встречаются вне сейсмогенных структур и приурочены к зонам активных разломов. Оценка параметров деформаций (протяженность сейсмогенерирующей зоны, длина отдельного разрыва), а также характер обнаруженных форм указывают на высокую интенсивность древних землетрясений. Ориентировочно их максимальная магнитуда составляла 7.1. Землетрясения проявились в регионе после дегляциации территории: в поздне-последледниковое время. Приближенная возрастная оценка древнего сейсмического события имеется только по району города Мурманска. Здесь обнаружены следы землетрясения, произошедшего ранее  $8950 \pm 150$  (ТА-2293) л. н. Приведенный возраст характеризует начальный этап накопления органики в озере, образовавшемся во время землетрясения в результате перегораживания оползнем долины небольшого ручья.

Обусловленные древними землетрясениями деформации локализуются в пределах небольших участков – областей концентрации сейсмодетформаций, которые очевидно отвечают положению эпицентральных областей сильных землетрясений. Расположение этих областей показано на рисунке. Как видим, они расположены преимущественно в западной половине региона, которая отличается от восточной более дифференцированным и высоким рельефом. Вместе с тем эпицентральные области древних землетрясений концентрируются в пределах территории, которая была занята активным льдом в течение позднего и среднего дриаса, или вблизи краевых образований среднего дриаса, с их внешней стороны. Такое распределение дислокаций объясняется, вероятно, наиболее быстрой дегляциацией территории, занятой ледником в позднем дриасе, и наибольшим градиентом поверхности ледника в позднем и

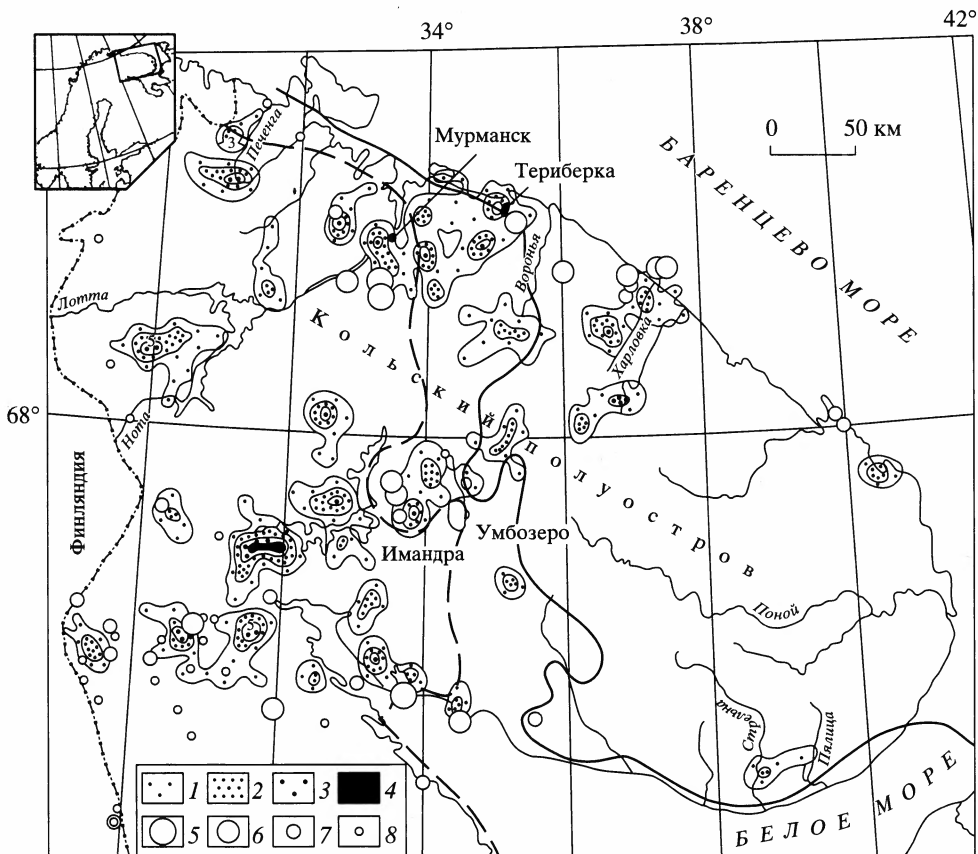


Схема расположения эпицентральных областей древних землетрясений и края активного льда в периоды позднего и среднего дриаса в Кольском регионе

Плотности остаточных деформаций, приходящихся на единицу площади ( $15 \times 15$  км): 1 – 1–3; 2 – 3–5; 3 – 5–7; 4 – >7. Эпицентры землетрясений за период с 1542 по 1999 г. (данные Института Сейсмологии Университета Хельсинки) с магнитудами: 5 – >5.1; 6 – 4.1–5.0; 7 – 3.1–4.0; 8 – <3. Положение края активного льда в период позднего и среднего дриаса показано пунктирной и сплошной линиями, пересекающими Кольский п-ов (по материалам статьи авторов [2])

среднем дриасе и, соответственно, большей, по сравнению с предшествующими стадиями эволюции ледника, контрастностью напряжений, возникающих в земной коре и при наступлении ледника, и при последующей дегляциации территории.

Эпицентры древних землетрясений совпадают с эпицентрами большинства исторических и современных землетрясений (рисунок), что свидетельствует как об унаследованном характере исторических и современных землетрясений, так и об их возможной связи с дегляциацией территории. Представляется вероятным, что остаточные напряжения, связанные с гляциоизостатическим поднятием, скорость которого существенно сократилась на протяжении позднего плейстоцена-голоцена [7], здесь все-таки полностью не реализованы и способны продуцировать землетрясения. Есть основание полагать, что рассматриваемая территория должна быть поднята еще примерно на 40–60 м. На отрицательных отметках такого порядка располагаются устьевые участки погребенных речных долин, сформировавшиеся, видимо, в плиоцене [8]. Их современная позиция, скорее всего, обусловлена тем, что в течение чет-

вертикального периода за сравнительно короткие промежутки межледниковий не успевало произойти восстановление изостатического равновесия в связи с тем, что постоянная релаксации значительно превышала практически общепринятую в 5–8 тыс. л. [9].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stewart I.S., Sauber J., Rose J. Glacio-seismotectonics: ice sheets, crustal deformation and seismicity // Quaternary Science Reviews. 2000. V. 19. P. 1367–1389.
2. Евзеров В.Я., Николаева С.Б. Пояса краевых ледниковых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.
3. Евзеров В.Я. Валдайское (вейхельское) оледенение в Кольском регионе // Проблемы и методы экологического мониторинга морей и прибрежных зон западной Арктики. Ч. 1. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 20–34.
4. Николаева С.Б. Палеосейсмические проявления в северо-восточной части Балтийского щита и их геолого-тектоническая позиция // Геоморфология. 2001. № 4. С. 66–74.
5. Kjaer K.H., Houmark-Nielsen M., Larsen E. Weichselian Paleogeography at the eastern rim of Fennoscandia: Distribution of Land, Sea, Lakes and Glaciers in northwestern Russia during the last 100 ka BP // Climate and Environment during the Last Deglaciation and Holocene in NW Russia and around the Baltic. Abstract Volume. International Workshop. March 28–April 2. 2001. St. Petersburg-Znamenka. 26 p.
6. Евзеров В.Я., Самойлович Ю.Г. Реконструкция северо-восточной краевой области скандинавского ледникового покрова в поздневалдайское время // Геоморфология. 1998. № 4. С. 65–70.
7. Евзеров В.Я., Колька В.В., Корсакова О.П., Николаева С.Б. Новейшая геодинамика, рыхлый покров и приуроченные к нему месторождения кластогенных полезных ископаемых северо-восточной части Балтийского щита // Геология и полезные ископаемые Кольского п-ова. Т. 1 (геология, геохронология, геодинамика). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. С. 126–138.
8. Никонов А.А. О древнейших долинах северо-восточной части Балтийского щита // Докл. АН СССР (ДАН СССР). 1967. Т. 177. № 5. С. 1155–1158.
9. Глазнев В.Н., Раевский А.Б. Геодинамические аспекты плотностной модели земной коры северо-востока Балтийского щита // Геофизические и геодинамические исследования на северо-востоке Балтийского щита. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1962. С. 75–83.

Геологический ин-т КНЦ РАН

Поступила в редакцию  
15.11.2002

#### SEISMOTECTONIC EFFECTS OF THE QUATERNARY ICE SHEET DEVELOPMENT IN THE KOLA REGION

V.YA. YEVZEROV, S.B. NIKOLAEVA

#### Summary

Typical paleoseismic dislocations have been detected by field observations in the Kola Peninsula. The map of ancient earthquake epicenters was compiled on the basis of geological data and aerial photograph interpretation. The epicenters mainly concentrate in the west and in the center of the Kola Peninsula in the area, which has been occupied by active ice during the Older and Younger Dryas or near the distal side of the Older Dryas marginal ridges. The increase of seismotectonic activity took place after deglaciation of the territory owing mainly to crustal deformation caused by glacioisostatic uplift, which is going on until now.