

3. Ahjos T., Uski M. Earthquakes in Northern Europe in 1375-1989 // *Tectonophysics*. 1992. V. 207. P. 1-23.
4. Gregersen S. Earthquakes and change of stress since the ice age in Scandinavia // *Bulletin of the Geol. Soc. of Denmark*. 2002. V. 49. P. 73-78.
5. Slunga R. Focal mechanisms and crustal stresses in the Baltic shield / *Earthquakes at North Atlantic passive margins: neotectonics and postglacial rebound*. 1988. P. 261-276.
6. Slunga R.S. The Baltic Shield earthquakes // *Tectonophysics*. 1991. V. 189. P. 323-331.
7. Stephansson O., Ljunggren C., Jing L. Stress measurements and tectonic implications for Fennoscandia // *Tectonophysics*. 1991. V. 189. P. 317-322.
8. Müller B., Zoback M.L., Fuchs K., Mastin L., Gregersen S., Pavoni N., Stephansson O., Ljunggren C. Regional patterns of tectonic stress in Europe // *Journal of geophysical Research*. 1992. V. 97. N B8. P. 11,783-11,803.
9. Heidbach O., Fuchs K., Müller B., Reinecker J., Sperner B., Tingay M., Wenzel F. World stress map // *Episodes*. 2007. V. 30. N 3. P. 197-201.
10. Skordas E.S. et al. Casualty between interplate (North Atlantic) and intraplate (Fennoscandia) seismicities // *Tectonophysics*. 1991. V. 185. P. 295-307.
11. Юдахин Ф.Н., Шукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург. 2003. 300 с.
12. Мухамедиев Ш.А., Грачев А.Ф., Юнга С.Л. Нестационарный геодинамический контроль сейсмической активности платформенных областей со стороны срединно-океанических хребтов // *Физика Земли*. 2008. № 1. С. 12-22.
13. Шукин Ю.К. Глубинное строение и геодинамика Восточно-Европейской платформы в связи с проблемой ее сейсмичности // *Землетрясения Северной Евразии в 1986 году*. М. 2001.
14. Юдахин Ф.Н. Геодинамические процессы в земной коре и сейсмичность континентальной части европейского Севера // *Литосфера*. 2002. № 2. С. 3-23.
15. Никонов А.А., Энман С.В. Анализ вертикальных движений земной коры в период Калининградского землетрясения 21 сентября 2004 г. (по равномерным данным) // *Физика Земли*. 2007. № 6. С. 52-65.
16. Никонов А.А. Фенноскандия – недооцененная сейсмогенерирующая провинция / *Геофизика XXI столетия*. 2002 год: Сб. трудов IV геофиз. чтений им. В.В. Федынского. М.: Научный мир, 2003. С. 207-214.

ГОЛОЦЕНОВЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЕ ОТ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА К ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЕ В РАЙОНЕ ЛАДОЖСКОГО ГРАБЕНА

Никонов А.А., Энман С.В., Флейфель Л.Д.

Институт физики Земли РАН, г. Москва, nikonov@ifz.ru

Вопросы геодинамики Фенноскандинавского (Балтийского) щита в последние годы снова привлекают повышенное внимание многих российских исследователей. По инициативе Ю.К. Шукина обращено внимание, в частности, на выяснение структурного и геодинамического значения выделенной еще в середине прошлого века «флексуры Полканова». Последняя, как известно, осложнена несколькими поперечными грабенообразными структурами средне-позднепротерозойского заложения. Одной из наиболее представительных среди них является Ладожская грабеновая структура СЗ–ЮВ простирания, обновленная, как считает большинство исследователей, в новейшее время (см. [1]). Авторы попытались оценить тектоническую активность Ладожской депрессии (грабена) в последние примерно 15 тыс. лет и в настоящее время на региональном фоне и проверить наличие признаков активности в это время древней флексуры Полканова в рассматриваемом секторе.

Изобазы **поздне- и послеледниковой поднятия** для рассматриваемой области, а также прилегающей части Карельского перешейка и окрестностей Финского залива реконструировались неоднократно [2-7] на основе измерений высотного положения береговых линий последовательно сменявших здесь друг друга водных бассейнов – Балтийского ледникового озера (БЛО), Иольдиевого моря, Анцилового озера (АО), Литоринового моря (ЛМ) и Ладожской трансгрессии (ЛТ). Главные черты изобаз, характеризующие общее поднятие земной коры региона за последние 15 тыс. лет, – это их протяжение в ЮЗ–СВ направлении (1), нарастание поднятия с ЮВ к СЗ в течение всего рассматриваемого периода (2), примерно равные расстояния между изобазами, т.е. равномерность поднятия в каждый период (3), уменьшение величины и скорости поднятия от позднеледниковья в течение послеледниковья, вплоть до последних тысяч лет (4).

Расхождения в положении изобаз поднятий у перечисленных исследователей невелики и не имеют принципиального значения. Гораздо важнее общее сходство направленности и тенденций смещения изобаз у всех исследователей (а) и одинаковость их характеристик во всей области от восточных побережий Ладожского озера до внешней части Финского залива (и на все остальной части Финляндии) (б). Согласно имеющимся, уточненным А.А. Никоновым данным, побережья Ладожского озера испытали поднятия как это показано в таблице.

Общие движения побережий Ладожского озера за последние примерно 15 тыс. лет (в м)

Субрайоны	Со времени БЛО	Со времени АО	Со времени ЛМ	За 3 тыс. лет	В настоящее время
Северное побережье	117-115	35-30	23-22	+8-6 (2.6-2мм/год)	+4-3мм/год
Центральная часть	60-50	~10	18-17	+3-2 (1-0.8мм/год)	+1.5-0.8 мм/год
Южное побережье	45-38		(16-15)	опускание (-3-1мм/год)	-2 8 мм/год

В настоящее время благодаря широкому использованию радиоуглеродного датирования время существования бассейнов достаточно точно определяется, что позволяет оценивать скорость движений в среднем за выделенные интервалы времени по субрайонам. При этом вполне подтверждается качественно выявленное прежними исследователями общее убывание величин скорости поднятия от позднеледникового к концу послеледниковья и с севера на юг (вплоть до погружения южных берегов в последние тысячелетия). За 5-3 тыс. лет общий перекося поверхности с СЗ на ЮВ на Карельском перешейке составил ~15 м.

Отдельного внимания заслуживает **вопрос о дифференцированных, локальных движениях** в регионе. Таковые обычно подразделяются на сейсмогенные, т.е. связанные с отдельными сильными землетрясениями, которые за тысячи лет в северной части региона возникали неоднократно [8, 9], и медленные, криповые. И те, и другие до настоящего времени исследованы в регионе совершенно недостаточно, известны фрагментарно и только вблизи берега или в отдельных карьерах. Из более выразительных здесь отметим несколько в последние годы документированных в крупных карьерах вертикальных разрывов с амплитудой 0.1-2 м в толщах слоистых позднеледниковых флювиогляциальных, дельтовых и бассейновых отложений в Северном Приладожье, а также фиксируемые по аномальному наклону и/или резким перепадам высот маркирующих слоев в позднеголоценовых отложениях на западном (в долине р. Выюн) и на южном (в устье р. Сясь) берегах Ладожского озера. Разрывные смещения позднеледникового и голоценового времени имеют преимущественно СЗ и СВ простирание, в соответствии с геологической структурой и морфоструктурами (см. тезисы С.В. Шварёва и А.А. Никонова в настоящем сборнике). Ранее на подобные факты, когда амплитуда смещений составляет первые метры, просто не обращали внимания. Наблюдения над горизонтальными смещениями в новейшее время и в голоцене в регионе до сих пор единичны.

Для суждения о **современных вертикальных движениях** в рассматриваемом районе использованы две независимые группы данных, а именно, **результаты государственных повторных нивелировок** вокруг Ладожского озера и уровенные наблюдения на его берегах. Обобщение данных первой группы опубликовано авторами ранее [10-12]. Сравнение первых нивелировок по линии Волховстрой – Мурманск (1929-1946) подтвердило представление о затухании гляциоизостатических движений по периферии щита, а также существование в восточной части Балтийского щита современных дифференцированных движений (в частности, на юге Ладожской депрессии) [10]. В дальнейшем, общие закономерности движений земной коры региона отражались на сводных картах СВДЗК [13] и [14]. На всех картах СВДЗК подтверждается нарастание скорости поднятия внутрь Фенноскандинавского щита. На картах зарубежных исследователей вдоль границы Финляндии и России идет изобазы 2 мм/год, а нулевая проводится в СВ направлении посередине Карельского перешейка и через акваторию Ладожского озера [15-17].

Уровенные данные (вторая группа) приводятся в настоящем докладе на основе публикаций [18-20]. Основой для суждения о вековых вертикальных движениях в Северном Приладожье служат уровенные наблюдения на острове Валаам, ведущиеся практически непрерывно почти 150 лет. До Второй мировой войны наблюдения велись еще на 4 постах в разных частях Ладожского озера. Они обобщены в монографии Молчанова [18], который убедительно показал полную синхронность годовых колебаний на всех 5 постах с 1880 до 1935 гг. включительно. Это дает основание принять ту же закономерность и для периодов 1859-1887 гг. и 1936-2001 гг., когда сведения имеются только для поста на Валааме [19, 20] с дополнением для поста Моторное в 2001-2006 гг. (любезно предоставленные Д.Ю. Большиновым).

Для детализации общего распределения смещений и выявления **зон контрастных движений** СВДЗК региона авторами выполнен анализ данных повторного нивелирования I и II классов по 13 линиям государственной сети и создана специальная карта в изолиниях с сечением 1 мм/год [12]. За исходный принят уровенный пост в г. Выборг со скоростью движений +1,5 мм/год. На карте отчетливо видно общее поднятие с ЮВ на СЗ до 4 мм/год. Если учитывать эвстатическое поднятие уровня моря около 1 мм/год, величины движений окажутся на 1 мм/год меньше, т.е. от -2 до +3 мм/год и нулевая изолиния движений пройдет через середину Карельского перешейка и Ладожского озера, т.е. в общем в согласии с характером движений поздне- и послеледникового времени, но с меньшими значениями скорости (см. таблицу). Почти на всех линиях нивелирования выделяются участки контрастных движений со значениями градиентов скорости $gr\Delta V \approx (0,2-1,8) \cdot 10^{-6}$ 1/год. Большая часть таких участков обследована на месте для установления устойчивости реперов и ненадежные отбракованы. В результате есть основания признавать ряд оставшихся участков, преимущественно в северной части Ладожской депрессии, по линиям Выборг – Сосново и Хийтола – Ляскеля участками дифференцированных тектонических смещений.

Таким образом, в настоящее время обнаруживается как унаследованное региональное поднятие юго-восточной части Фенноскандинавского щита, сходящее на нет к Ю-В, так на этом фоне и дифференцированные (разрывные) смещения, вероятно в основном сейсмогенные, в пределах Ладожского грабена.

Обобщая, можно сказать, что новое рассмотрение региональных вертикальных движений в поздне- и послеледниковое время, вплоть до настоящего, вполне подтверждает и лишь уточняет выявленные ранее закономерности (см. выше). В этот период в Приладожской депрессии и на её северной периферии в прибрежной зоне не обнаруживаются какие-либо особенности, которые можно было бы отнести за счёт структурного или динамического воздействия флексуры Полканова. Этот вывод, однако, преждевременно было бы распространять на движения неотектонического этапа, что должно стать предметом специального исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никонов А.А. К неотектонике Ладожской депрессии // Тектоника неогена: общие и региональные аспекты. Материалы XXXIV Тектонич. совещ. М.: ГЕОС, 2001. Т. 2. С. 80-83.
2. Berghell H. Bidrag till kännedom om södra finlands kvartära nivåförändringar // Fennia. 1896. V. 13. N 2. P. 14-64.
3. Ailio Ju. Des Ladogasses in postglazialer zeit und ihre beziehundg zur steinzeitlichen besiedelung // Fennia. 1915. V. 38. N 3. 157 p.
4. Ramsay W. Material zur Kenntniss der spätglazialen Niveauverschiebungen in Finland // Fennia. 1931. V. 54. N 3. S. 109-118.
5. Марков К.К. Поздне- и послеледниковая история окрестностей Ленинграда на фоне поздне- и послеледниковой истории Балтики // Труды комиссии по изучению четвертичного периода. 1933. С. 5-67.
6. Марков К.К., Порецкий В.С., Шляпина Е.В. О колебаниях уровня Ладожского озера согласно данным Айлио, Хиппэ и Землякова / Тр. Комис. по изуч. четвертичного периода. 1934. С. 71-144.
7. Нуурпää Е. Die postglazialen Niveauverschiebungen auf der Karelischen Landenge // Fennia. 1932. V. 56. N 1. 241 S.
8. Никонов А.А. Восточно-Ладожское землетрясение 30 ноября 1921 года // Физика Земли. 2005. № 7. С. 15-19.
9. Никонов А.А. Сейсмогравитационные склоновые нарушения в Северном Приладожье. Петрозаводск. 2008 (в печати).
10. Никонов А.А., Гусева Т.В., Никонова К.И. Изучение современных тектонических движений земной коры в восточной части Балтийского щита по результатам повторного нивелирования по трассе Волховстрой-Мурманск // Исследование строения и соврем. движ. земной коры на Кольском геофизическом полигоне. М.: Наука. 1972. С. 139-147.
11. Никонов А.А., Энман С.В. Современные движения земной коры на юго-восточной периферии Балтийского щита / Глубинное строение и геодинамика Фенноскандии, окраинных и внутриплатформенных транзитных зон: Материалы VIII Международ. конф. Петрозаводск, 16-20 сент. 2002. С. 179-180.
12. Энман С.В. Современные вертикальные движения земной поверхности на Карельском перешейке и близлежащих территориях // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2006. Т. 81, вып. 6. С. 23-32.
13. Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. М-б 1:10 млн. М. ГУГК. 1973.
14. Карта современных вертикальных движений земной коры на территории Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, СССР (Европейская часть), Чехословакии. М-б 1:10 млн. М. ГУГК. 1986.
15. Ekman M., Makinen J. Recent postglacial rebound, gravity change and mantle flow in Fennoscandia // Geophys. J. Int. 1996. V. 126. P. 229-234.
16. Kakkuri J., Wang Z.T. Structural effects of the crust on the geoid modelled using deep seismic sounding interpretations // Geophys. J. Int. 1998. V. 135. P. 495-504.
17. Makinen J., Saarinen V. Determination of post-glacial land uplift from the three precise levellings in Finland // J. of Geodesy. 1998. V. 72. P. 516-529.
18. Молчанов И.В. Ладожское озеро. Л.-М.: Гидрометеиздат, 1945. 560 с.
19. Богданов В.И., Кравченко Т.Г., Малова Т.И., Маринич М.А. Изменения уровня Ладожского озера по наблюдениям 1859-2001 гг. на Валааме // ДАН. 2002 а. Т. 386. № 5. С. 672-675.
20. Богданов В.И., Кравченко Т.Г., Малова Т.И., Маринич М.А., Трубицина А.А. Валаамский ряд урвнмерных наблюдений 1859-2001 гг. // Тезисы докладов. 5-я Междунар. конф. по проблемам физической метрологии. Санкт-Петербург, 17-21 июня 2002 г. СПб: Санкт-Петербургский Политехн. Ун-т. 2002 б. С. 78-83.

ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛАТВИИ

Никулин В.Г.

Латвийское агентство среды, геологии и метеорологии, г. Рига, Латвия, valerijs.nikulins@lvgrma.gov.lv

Характерными чертами глубинного геологического строения древней коры северо-западной части Восточно-Европейского кратона (ВЕК), в пределах которого расположена территория Латвии, является серия субмеридиональных коровых структур – террейнов. Их своеобразная конфигурация обусловлена взаимодействием трех сегментов земной коры ВЕК: Фенноскандии, Сарматии и Волго-Уралии. Консолидировавшись вокруг архейского ядра Фенноскандии и Сарматии, между 2.0 и 1.7 млрд. лет назад они постепенно срослись друг с другом [1]. Это привело к возникновению в северо-западной части ВЕК четырех террейнов: 1) западно-литовской гранулитовой