

- [25] *Premazzi G., Dalmiglio A., Cardoso A. C., Chiaudani G.* Lake management in Italy: the implications of the water framework directive. *Lakes & Reservoirs: research and management*. 2003. Vol. 8. P. 41—59.
- [26] *Puro A. ja Maunuvaara V.* Paatsjoen vesistöalueen käyttömuodot ja niiden kehittäminen. Rovaniemi, Lapin ympäristökeskus, alueelliset ympäristöjulkaisut. 1997. Vol. 24. 113 p.
- [27] *Salmaso N.* Effects of climatic fluctuations and vertical mixing on the interannual trophic variability of Lake Garda, Italy. *Limnol. Oceanogr.*, 2005. Vol. 50(2). P. 553—565.
- [28] *Shiklomanov I. A., Rodda J. C.* World water resources at the beginning of the 21-st Century. Cambridge University Press, 2003. 436 p.
- [29] *Tadonlélé R. D., Lazzarotto J., Anneville O., Druart J.-C.* Phytoplankton productivity increased in Lake Geneva despite phosphorus loading reduction // *J. of Plankton Research*. 2009. Vol. 31(10). P. 1179—1194.
- [30] *Wilander A., Persson G.* Recovery from eutrophication: experiences of reduced phosphorus input to the four largest lakes of Sweden // *J. of the Hum. Env.* 2001. Vol. 30(8). P. 475—485.

Санкт-Петербург
ianna64@mail.ru

Поступило в редакцию
23 апреля 2010 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 2

© В. И. БОГДАНОВ, Е. О. КРЕМЕНЕЦКАЯ, А. К. ПЕВНЕВ

СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВДОЛЬ ТРАССЫ СЕВЕРО-ЕВРОПЕЙСКОГО ГАЗОПРОВОДА ПО ДНУ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В связи с реализацией проекта строительства Северо-Европейского газопровода по дну Балтийского моря представляется необходимым рассмотреть проблему сейсмо-тектонической активности этого региона.

Фенноскандия — классическая область проявления длительных эндогенных тектонических и гляциоизостатических послеледниковых поднятий [9, 18]. На рис. 1 представлена одна из версий современного куполообразного поднятия этого региона, опирающаяся главным образом на материалы комплексных инструментальных измерений [29]. На этом же рисунке нанесена та часть трассы Северо-Европейского газопровода, называемого также «Северным потоком» («North Stream»), которая прокладывается по дну Балтийского моря. Восточная ее часть проходит по линии Грязовец—Череповец до Выборга, а к западу от Грайфсвальда — по системе действующих и строящихся европейских газопроводов до британского порта Бактон. Проектом предусматривается строительство отводов для подачи газа в заинтересованные страны и увеличение пропускной способности системы до $55 \cdot 10^9$ м³/год [20].

Фенноскандия издавна относилась к районам со слабой сейсмической активностью ([4], с. 16), однако к настоящему времени здесь зарегистрированы землетрясения с магнитудой до $M = 7$, описаны «подземные гулы» и сильные палеоземлетрясения, феномен послеледникового (современного) поднятия территории Балтийского щита и Норвежских каледонид, горизонтальный стресс и другие геодинамические и гидрологические процессы [1—3, 5—12, 14—19, 23—30].

В соответствии с концепцией тектоники плит следовало бы ожидать подобия в конфигурации современных сейсмоактивных зон Фенноскандии и Северной Атлантики. Действительно, такое подобие имеется (рис. 2, а, б). Однако если северо-восточное простираание сейсмоактивных зон в Фенноскандии, подчиненное простираанию каледонид Скандинавских гор, сменяется на субмеридиональное южнее $\sim 62.5^\circ$ с. ш.,

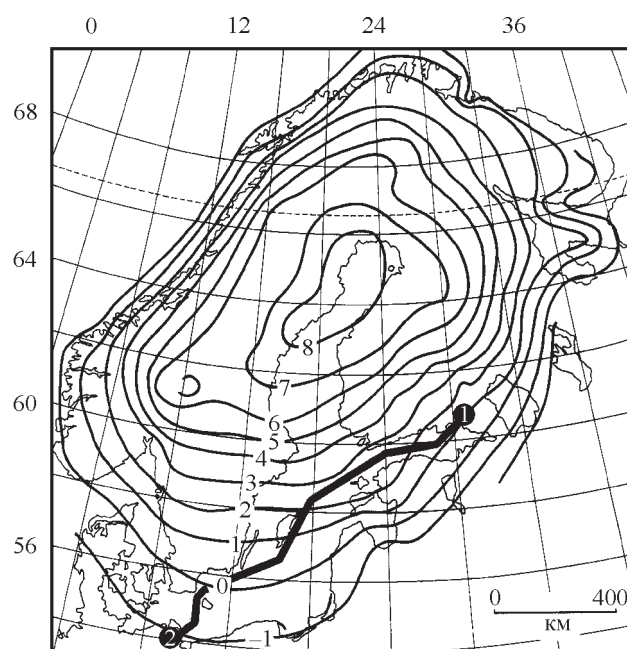


Рис. 1. Современное поднятие Фенноскандии (Л. Е. Sjöberg [29]), изобазы оцифрованы в мм/год. Часть трассы Российско-Европейского газопровода, которую запланировано проложить по дну Балтийского моря, отмечена жирной линией; белые цифры в черных кружках: 1 — район Выборга (Бухта Портовая), 2 — район Грайфсвальда (Германия).

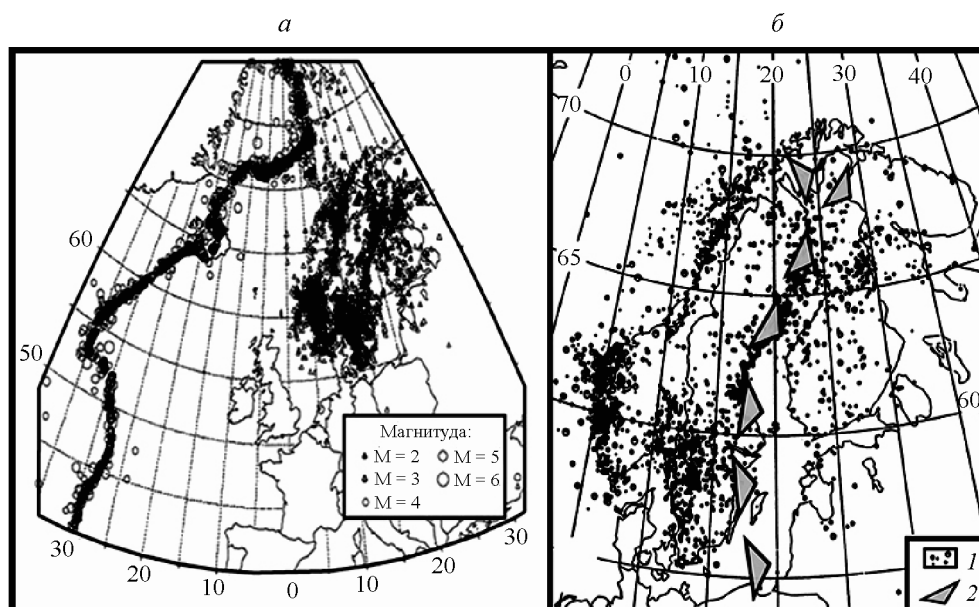


Рис. 2: *a* — сейсмичность Северной Атлантики, по данным Сейсмологического института Хельсинского университета, 1989 г., с дополнениями; *б* — сейсмичность Фенноскандии за период 1375—1986 гг. (Н. Korhonen, Т. Ahjos, [27]) и Ботническо-Вислинский линеамент геоида (В. И. Богданов [6, 9]; В. И. Богданов, Е. О. Кременецкая, Х. Х. Сильдвэз [10]).

1 — эпицентры землетрясений ($M = 2-6$); 2 — линия максимальных горизонтальных градиентов поверхности квазигеоида (граница Фенноскандинавско-Средиземноморского линеамента геоида), по В. И. Богданову [5, 6, 9].

то аналогичная смена простираения Срединно-Атлантического рифта зафиксирована на 5° южнее. Возможно, что такая особенность связана со ступенчатой активизацией все более южных фрагментов субмеридиональных рифтогенных структур при пересечении их с субширотными в процессе раскрытия Северной Атлантики. В районе Балтийского моря эта особенность обусловлена, вероятно, активизацией Ботническо-Вислинского «недоразвитого» рифта [16] и подчиненных ему субмеридиональных разломов, в результате чего сформировались погруженные (относительно соседних) блоки Финской, Центрально-Балтийской и Ютландско-Борнхольмской структур. При этом смещение по меридиану Норвежского желоба относительно Финского залива, превышающее 2.0°, может быть объяснено и активизацией единой рифтогенной структуры, возможно ранее огибавшей с юга Балтийский кристаллический щит. Сейсмичность Фенноскандии (рис. 2, б) свидетельствует об унаследованном характере активности региона [27].

Из имеющихся материалов следует, что на современном этапе сейсмически активны две из четырех систем планетарной регматической сети линеаментов — северо-восточная и субмеридиональная [5, 6, 9, 12, 16]. В обзоре В. А. Левченко и Е. Н. Востокова [16] подчеркнуто, что полный анализ сейсмотектонических условий должен опираться на выявление и изучение всех систем тектонических нарушений в регионе, поскольку активность какой-либо одной из них реализуется, как правило, в узлах пересечения дизъюнктивных нарушений, относящихся к разным системам. С учетом этого замечания мы остановимся ниже на роли одной из них — субмеридиональной, секущей основные структурно-фациальные докембрийские комплексы пород Балтийского щита [5, 6, 9], по следующим основаниям. Во-первых, субмеридиональная система в регионе наложена на более древние — субширотную и диагональную [16]. Во-вторых, именно эта система включает центральную часть Балтийского моря в Ботническо-Вислинскую рифтогенную структуру и пересекает вкрест простираения Финский залив и проливы, соединяющие Балтийское и Северное моря. В-третьих, эта система и ее роль в активизации современных геодинамических процессов изучены по сравнению с другими недостаточно полно,¹ хотя она представлена в регионе фрагментами крупнейших трансконтинентальных линеаментов Европы («меридиональных сквозьструктурных разрывных поясов»): оз. Мьёса — Средиземное море (по Г. Штиле) [14], Шпицберген — Вардар, Лапландско-Нильского [2, 14] и Фенноскандинавско-Средиземноморского [6, 9, 10]. Рассмотрим меридиональную систему более детально.

Доминирующей структурой этого простираения в Северном море является срединный рифт протяженностью 1200 км, включающий трог Викинг, Центральный и Северо-Нидерландский [16]. Сейсмически активны также юго-западная граница каледонид Скандинавских гор, ограниченная с юга Норвежским желобом, и юго-западная Швеция. При этом разделяет эти области линия грабен Осло—Рейнский грабен, являющаяся наиболее изученным фрагментом линеамента Мьёса—Средиземное море [3]. К востоку субпараллельно Рейнскому грабену описана мощная трансрегиональная зона разломов, включающая 1-, 2-, 3-е Рейнские тектонические нарушения [16].

Для Южной Швеции установлено северо-северо-восточное простираение метаморфических комплексов пород и тектонических нарушений. В XIII—XIX вв. здесь зафиксированы явления, представляющие интерес для современной геодинамики региона. Во-первых, в летописях Скандинавии упомянуто, что в 1291 г. река «Мотала при Норкепинге»² перестала течь на двое суток. Сие повторялось до 1706 года более 16 раз». В 1786 г. «по дну ея ходили безпрепятственно». Согласно Н. М. Соковину ([22], с. 36—39), в «1638, 1683 и 1698 годах подобные явления на сей реке произошли в те же числа, когда южная Европа и Восток были опустошаемы жестокими землетрясениями; а в 1747 и 1755 годах, когда клокотавшие вулканы Европы произвели новыя величайшия опустошения, тогда в иных озерах Скандинавии примечена на несколько фут без

¹ Формирование регматической сети в целом в связи с изменением ротационного режима Земли остается на уровне предположений.

² Река Мотала (Motala) при Норкепинге (Norrköping).

**Землетрясения в районе о-ва Борнхольм (в квадрате с координатами
φ = 55.0—55.8° с. ш., λ = 12.8—15.6° в. д.), согласно каталогу М. Båth'a [23]**

Год	Координаты		Дата	Время, Т _{Ср. Гринвич.}	М*	Описание
	φ° с. ш.	λ° в. д.				
1894	55.5	14.4	22 апреля	21 ^h 32 ^m	4.1	Слабые форшок 3 ^h 30 ^m 21 апреля и несколько афтершоков
1894	55.5	13.2	30 апреля	19 ^h 07 ^m	2.2	—
1902	55.5	13.9	~ 12 октября	—	—	2 толчка сомнительного происхождения; даты — примерные
1902			~ 18 октября	—	—	
1904	55.8	13.3	26 октября	1 ^h 00 ^m	2.3	—
1914	55.5	13.0	22 июля	1 ^h 30 ^m	2.2	—
1921	55.0	15.0	23 августа	22 ^h 00 ^m	4.0	2 главных толчка сравнимой М
1929	55.3	12.8	31 октября	—	4.5	Возможны форшоки 8—9 октября
1930	55.4	13.5	Май	—	2.2	—
1930	55.3	12.8	31 октября	23 ^h 17 ^m	4.5	Точное время 23 ^h 16 ^m 40 ^s
1946	55.4	15.6	24 апреля	17 ^h 45 ^m , 18 ^h 30 ^m , 19 ^h 10 ^m	4.3	Несколько толчков; наиболее сильные — 2 последние. Форшоки 24 апреля: 10—11 ^h , 11 ^h 30 ^m , 15 ^h —16 ^h 30 ^m Афтершоки 24 апреля: 20 ^h 30 ^m , 21 ^h 20 ^m Афтершоки 25 апреля: 10 ^h 30 ^m , 11 ^h 00 ^m , 11 ^h 30 ^m , 12 ^h — 12 ^h 30 ^m , 12 ^h 45 ^m , 13 ^h 25 ^m , 14 ^h 00 ^m , 14 ^h 30 ^m —15 ^h 00 ^m , 17 ^m 30 ^s , 20 ^h 00 ^m Афтершоки 26 апреля: 4 ^h 45 ^m , 6 ^h
1948	55.4	15.6	22 июня	19 ^h 15 ^m , 20 ^h 15 ^m	4.0	2 толчка; второй, возможно, сильнее первого

Примечание. * М — магнитуда землетрясений.

видимой причины убыль воды, но которая впоследствии опять возвратилась в прежнюю высоту». Берега оз. Веттер¹ «имеют волканические произведения, как то: колчедан, выветрившуюся лаву, амфиант;² сюда же причислить должно минеральные ключи и источники теплого свойства, в озеро текущие, например: деревня Медеви на сев. восточ. берегу Веттера, в пленительном местоположении, славится множеством таковых ключей; Некоторые подозревают, что и самое озеро произошло от провала; обгорелые скалистые берега его в сводоподобном направлении к середине, ведут к сему заключению...».

Во-вторых, примечательно явление 1845 г. в районе о-ва Борнхольм, зафиксированное российскими моряками шхуны «Агамемнон» [13]. Издавна на шведских и отечественных морских картах «в 6 милях на NW 28°» от северного маяка о-ва Борнхольм указывалась 37-футовая глубина. Однако «в 1830 году, в Английской лоции Балтийского моря Пурди, показана, к N от северной оконечности О. Борнгольма в 8-ми милях, 9-футовая банка». Неоднократно эта банка наносилась и на отечественные карты. Но организованные в 1845 г. вице-адмиралом Лазаревым 2-м ее поиски оказались тщетными. Вместе с тем в один из поисковых дней командир брига «Агамемнон» ка-

¹ Озеро Веттерн (Vättern).

² Амфиант [от греч. amiantos — чистый] — минерал группы амфибол-асбеста.

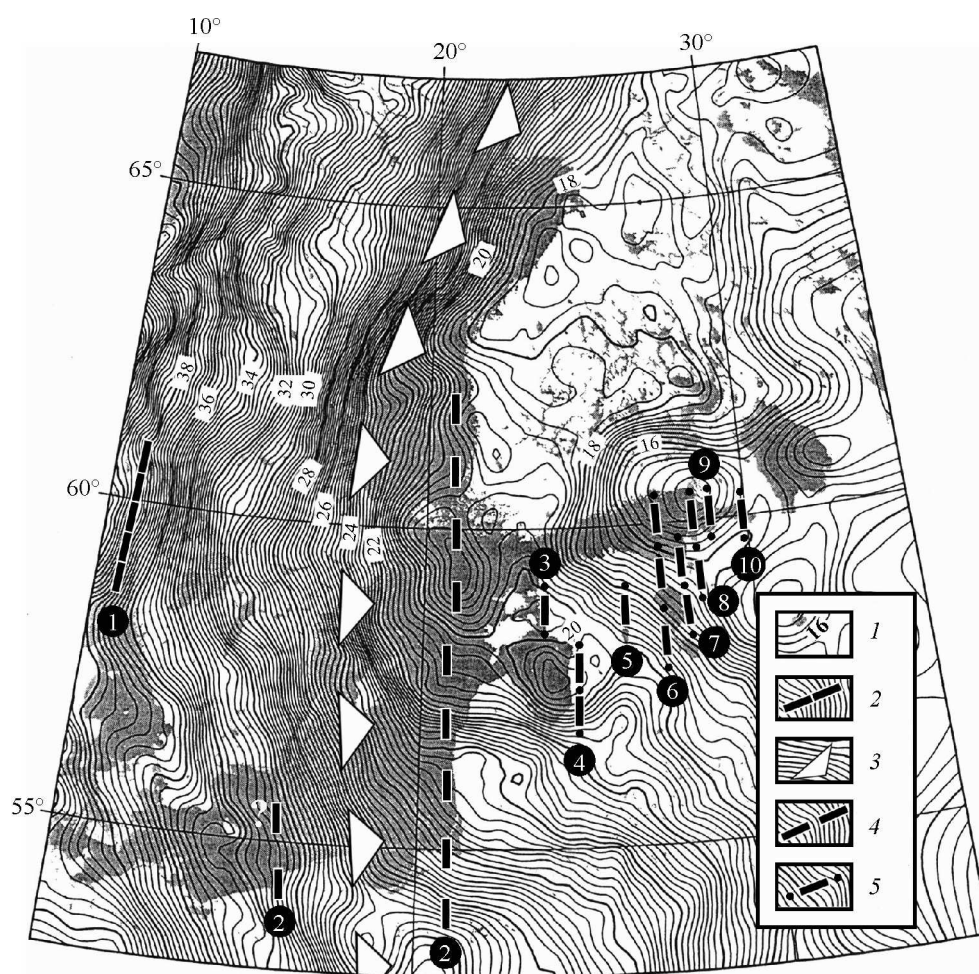


Рис. 3. Гравиметрический геоид Балтийского моря (М. Vermeer) [26], с дополнениями.

1 — изолинии превышения геоида над референц-эллипсоидом (проведены через 0.25 м). Фрагменты субмеридиональных трансконтинентальных линейментов: 2 — линия Г. Штиле (оз. Мьёса—Средиземное море) [14]; 3, 4 — Фенноскандинавско-Средиземноморский линеймент геоида [6, 9, 10] и его границы; 5 — субмеридиональные тектонические зоны, установленные и предполагаемые (цифры в кружках): 1 — грабен Осло [3], 2 — границы Ботническо-Вислинской рифтогенной структуры: 3 — Западно-Эстонская, 4 — Рижская, 5 — Виртсъярвская, 6 — Гогландско-Чудская, 7 — Западно-Кургальская, 8 — Выборгско-Лужская, 9 — Восточно-Копорская, 10 — Сестрорецкая.

питан-лейтенант Борисов оказался свидетелем следующего явления: «9-го Августа в полночь, при свежем ветре, мы увидели, в близком расстоянии от брига, вырывающееся из воды клубами сильное пламя, со множеством искр. Курс вел прямо на этот огонь, и потому мы немедленно поворотили по ветру. При повороте, миновали огонь сажень в *пятнадцати*. Пространство пламени сажень 5 в квадрате основания, имея неправильную фигуру, возвышалось от 2 до 3 футов; может быть и более. Цвет пламени был красноватый; запаху не слышали, и этому могло препятствовать направление ветра. Место брига, по сличению, было в 8 Итал. милях¹ от Борнгольмского маяка, на NW 25°, по компасу, имеющему склонение 16°W. После поворота, огонь был виден

¹ 1 итальянская миля = 1 морской мили = 1.74 русской версты; ныне 1 морская миля = 1.852 км; т. е. 8 итальянских миль $\approx$ 14.8 км.

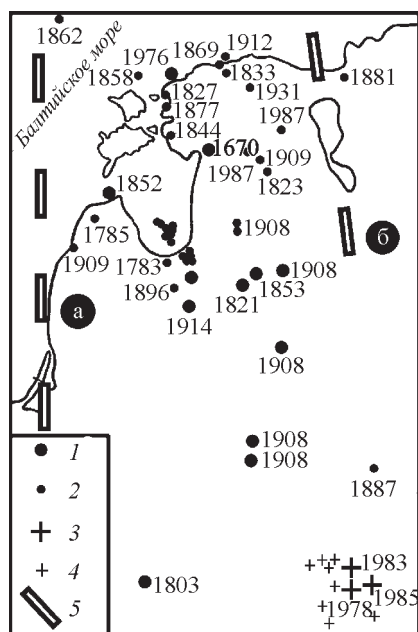


Рис. 4. Эпицентры исторических землетрясений на территории Прибалтики и Белоруссии [1, 24], с дополнениями.

1, 2 — исторические землетрясения, 3, 4 — землетрясения, зафиксированные инструментально; 5а — восточная граница Ботническо-Вислинской рифтогенной структуры, по В. И. Богданову, Е. О. Кременецкой и Х. Х. Сильдвэ [10]; 5б — материковое продолжение к югу Голландско-Чудской тектонической зоны.

около 20 минут, а потом скрылся; закрылся-ли он волнением или совершенно исчез, — не знаю. В продолжении явления, небо было облачно, ветер от югозапада; барометр показывал 29.51; термометра, для определения температуры наружного воздуха, не было. Никак нельзя заключать, чтобы виденное пламя происходило от горящего судна, ибо в таком случае, при столь близком разстоянии, можно-бы было заметить дерево; да и вообще, не замечено ничего похожего на остатки пожара: пламя казалось гораздо сильнее обыкновенного пожарного пламени, и не гасло от набегавших волн. Вероятнее предположить, что это временное вулканическое извержение» ([13], с. 404—405). В таблице представлены сведения о сейсмичности описанного района по сведениям каталога Маркуса Бота за период 1891—1950 гг. [23]. Однако хотя район о-ва Борнхольм, как следует из таблицы, действительно можно отнести к сейсмоактивным территориям, но в ретроспективном плане этот довод можно считать лишь косвенным подтверждением тектонической природы явления, описанного в 1845 г. капитаном-лейтенантом Борисовым.¹

Центральную часть Балтийского моря пересекает трансконтинентальный Фенно-скандинавско-Средиземноморский линеамент геоида, включающий различные фрагменты субмеридиональной системы сквозных тектонических поясов Шпицберген — Вардарского и Лапландско-Нильского и прослеживающийся на юге до области тройного сочленения впадины Средиземного моря, рифта Красного моря и Великих Африканских разломов (рис. 3, [6, 10, 12]).

В Фенноскандии линеамент представлен Ботническо-Вислинской рифтогенной структурой, включающей большую часть Балтийской синеклизы. Предполагаемые его границы уточнены по субмеридиональным участкам береговых линий. К востоку от этой структуры по прямолинейным очертаниям берегов моря, озер и рек выделен ряд

¹ В настоящее время трассу газопровода в районе о-ва Борнхольм, которую первоначально планировалось проложить южнее острова, решено проложить к северу от него.

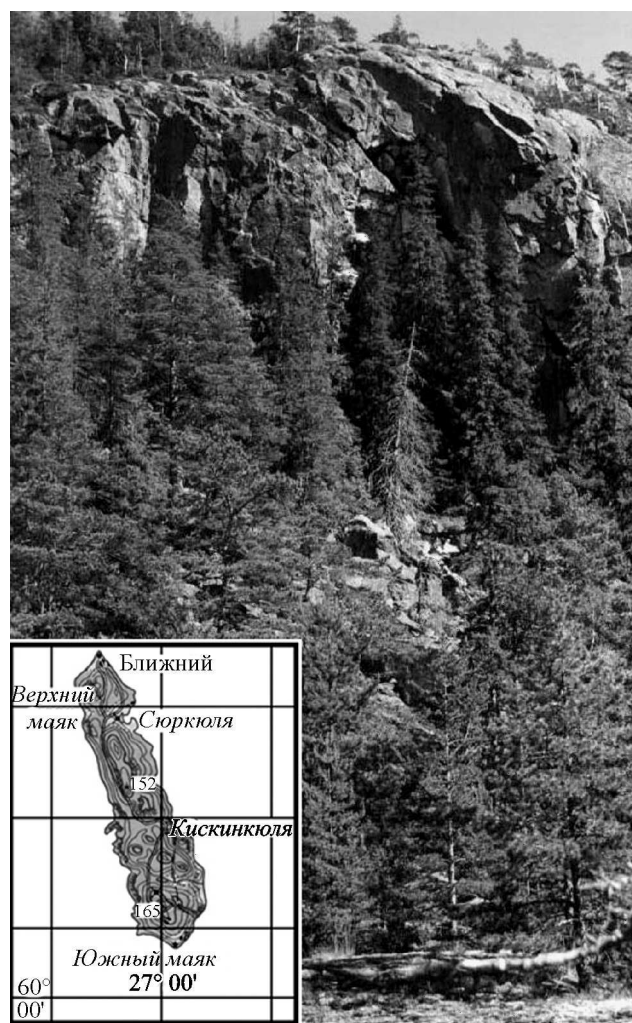


Рис. 5. Остров Гогланд (Финский залив), западный склон Соколиной горы (Haukavuori), 152 м — тектонический сброс амплитудой в десятки, возможно до 100 м. Фото В. И. Богданова.
На врезке — о-в Гогланд, выкопировка из топографической карты Ленинградской области масштаба 1 : 200 000. М.: ГУГК СССР, 1991 г.

подчиненных, по-видимому, ей параллельных линеаментов (рис. 3, № 3—10). Причем по результатам исследований в Эстонии, Латвии, Литве и Белоруссии сейсмически активными оказалась лишь часть из них (рис. 3, № 3—5; рис. 4) [1, 19, 24, 31].

Поэтому вопрос о полном подтверждении сейсмичности восточной части Финского залива остается дискуссионным, в том числе и по причине нахождения единственной отечественной сейсмостанции «Пулково» в условиях интенсивных неблагоприятных помех Санкт-Петербургского мегалополиса, а также вследствие весьма скудных сведений об исторических землетрясениях в Псковской, Новгородской и Ленинградской областях и Северо-Западного региона России в целом.

Особое внимание привлекает Гогландско-Чудская зона (рис. 3, № 6—7), являющаяся, возможно, частью Лапландско-Нильского линеамента [2, 14]. На рис. 5 представлен фрагмент тектонического сброса, совпадающего по простиранию с длинной осью о-ва Гогланд и пересекающего эффузивную толщу кварцевых порфиров. Амплитуда сброса составляет десятки, возможно, сотню метров. Судя по толщине деревьев,

«осваивающих» зону дизъюнктивного нарушения, возраст последнего — не старше 100 лет. О молодом возрасте свидетельствуют также остроугольные глыбы у его подножия, достигающие в поперечнике в ряде случаев десятка метров, и относительная «свежесть» их граней, не затронутых существенно процессами выветривания и, что важно, ледниковой абразией. По мнению профессора Н. И. Николаева,¹ «мгновенное» образование такого смещения породило бы разрушительное землетрясение максимальной силы, которое не могло бы остаться незамеченным. Поэтому разумны предположения, что смещение крыльев сброса формировалось или постепенно, или же основной сброс произошел во время войн или политических потрясений XX в. и остался незамеченным.

В этой связи отметим, что совокупность изложенного — рифтогенная структура Балтийского моря с Финским и Ботническим заливами, сейсмическая активность Ботническо-Вислинского линеамента и Ботническо-Ладожской тектонической зоны, наличие молодого дизъюнктивного нарушения на о-ве Гогланд и феномен послеледникового (современного) поднятия Фенноскандии, подземные гулы на Ладожском озере, сейсмичность Прибалтики и Северного Приладожья [5—12, 15—19, 23—24, 27—31] — ставит под сомнение достоверность «устойчивой» гипотезы асейсмичности Балтийско-Ладожского (Санкт-Петербургского) региона.

В заключение подчеркнем актуальность: 1) инициации Международной научно-исследовательской программы комплексного изучения современной геодинамической активности Ладожского, Балтийского и Североморского регионов с включением в нее практической задачи детального изучения активности земной коры вдоль трассы Северо-Европейского газопровода; 2) возобновления в полном объеме комплексных исследований на Санкт-Петербургском геодинамическом полигоне; 3) расширения отечественной сети сейсмических и геодинамических станций в этом регионе; 4) поиска и локализации перспективных участков вблизи трассы Северо-Европейского газопровода для создания прогнозных геодезических сетей и их систематического опроса в целях обнаружения очагов готовящихся землетрясений и всестороннего контроля за их развитием по методике А. К. Певнева [21]. Актуальность постановки такой задачи позволяет надеяться, что она может быть поддержана на уровне правительства Российской Федерации и стран Европейского союза.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Авотиня И. Я., Боборыкин А. М., Емельянов А. П., Сильдвэз Х. Х. Каталог исторических землетрясений Белоруссии и Прибалтики // Сейсмологический бюллетень сейсмических станций «Минск» и «Нарочь» за 1984 год. Минск, 1988. С. 126—137.
- [2] Баржицкий В. В., Кременецкая Е. О. Современная геодинамическая активность восточной части Балтийского щита // Геофизические исследования литосферы европейского Севера СССР. Апатиты: Кольский научный центр АН СССР, 1989. С. 35—41.
- [3] Бедерке Е. Развитие Европейских рифтов // Система рифтов Земли (The world rift system / International Upper Mantle Project. Report of Symposium, Ottawa, Canada 4—5 September, 1965 // Geological survey of Canada / Paper 66—14, Department of Mines and Technical Surveys. 1967) / Пер. с англ. В. Н. Андреева и А. В. Ильина, под ред. и с пред. Н. А. Беляевского. М.: «Мир», 1970. С. 128—131.
- [4] Белоусов В. В., Сорский А. А., Бунз В. И. Сейсмотектоническая карта Европы (объяснительная записка). М.: Наука, 1968. 41 с.
- [5] Богданов В. И. Региональные гравитационные аномалии и некоторые закономерности глыбового строения Фенноскандии // Исследования строения и современных движений земной коры на Кольском геофизическом полигоне. М.: Наука, 1972. С. 12—28.
- [6] Богданов В. И. К вопросу о природе феномена Фенноскандии // Proc. of the 2nd Baltic Conference «Geodesy and Cartography». Riga: University of Latvia, 1995. P. 90—114.
- [7] Богданов В. И. На пути к фундаментальному обсерваторскому изучению вековых изменений в Санкт-Петербургском (Балтийско-Ладожском) регионе // Геодезия и картография. 2000. № 1. С. 21—26.

¹ Устное сообщение профессора Н. И. Николаева В. И. Богданову.

- [8] Богданов В. И. Возрождение обсерваторских и натуральных исследований Спасо-Преображенского Валаамского монастыря как фундаментальная научная и практическая задача общегосударственного значения // Валаамский монастырь. Духовные традиции. История. Культура / Материалы Второй Международной науч. конф. СПб.: Спасо-Преображенский Валаамский монастырь, «Сатис Держава», 2004. С. 376—409.
- [9] Богданов В. И. Обобщение представлений о природе феномена послеледниковой поднятия Фенноскандии // Докл. АН. 2010. Т. 433. № 1. С. 102—105.
- [10] Богданов В. И., Кременецкая Е. О., Сильдвэз Х. Х. Фенноскандинавско-Средиземноморский линейный элемент геоида // Докл. АН СССР. 1991. Т. 316. № 4. С. 864—868.
- [11] Богданов В. И., Николаев Н. И. Феномен подземных гулов на Ладожском озере // Физическая метрология. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 56—59.
- [12] Богданов В., Сильдвэз Х. О природе послеледниковой поднятия Фенноскандии (в связи с изучением непривливаемых вариаций силы тяжести) // Изв. АН ЭССР. Геология. 1986. Т. 35. № 4. С. 137—145.
- [13] [Борисов, капитан-лейтенант]. Явление, замеченное 9 августа 1845 года в Балтийском море, севернее острова Борнгольм // Записки Гидрографического департамента Морского министерства. 1846. Ч. IV. С. 402—405.
- [14] Буш В. А. Система трансконтинентальных линейных элементов Евразии // Геотектоника. 1983. № 3. С. 15—31.
- [15] [Красноперов И. П. (монах Иувиан)]. Подземные гулы на Ладожском озере // Известия Русского общества любителей Мироповедения. 1926. Т. 15. № 2(53). С. 30—31; № 3(54). С. 58.
- [16] Левченко В. А., Востоков Е. Н. Изучение разломных и блоковых структур акваторий (на примере Балтийского и Северного морей). Обзор ВИЭМС (ВНИИ экономики минерального сырья и геолого-разведочных работ). Сер.: Морская геология и геофизика. М., 1979. 72 с.
- [17] [Маврикий, игумен; Иувиан, монах]. О подземных звуках в Ладожском озере // Известия Русского общества любителей Мироповедения. 1916. Т. 5. № 3(21). С. 148—150.
- [18] Николаев Н. И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988. 491 с.
- [19] Никонов А., Сильдвэз Х. Землетрясения Эстонии и их сейсмотектоническая позиция // Изв. АН ЭССР. Геология. 1988. Т. 37. № 3. С. 127—142.
- [20] Орехин П. Балтийская мечта // Профиль. 2005. № 33(447). С. 40—42.
- [21] Певнев А. К. Пути к практическому прогнозу землетрясений. М.: Геос, 2003. 153 с.
- [22] Соковнин Н. Записки о Балтийском море. СПб., 1831. 123 с.
- [23] *Båth Marcus*. An earthquake catalogue for Fennoscandia for the years 1891—1950 // *Sveriges Geologiska Undersökning*. 1956. Ser. C. No. 545. Årsbok 50. N 1. 45 p.
- [24] *Garetsky R., Boborykin A., Jemeljanov A., Sildvee Kh.* Historical earthquakes on the territory of Byelorussia and Baltic republics // Proc. of the International Symposium on calibration of historical earthquakes in Europe. Sofia, 1988; Madrid, 1989. P. 217—230.
- [25] *Kakkuri J.* The stress phenomenon in the Fennoscandian Shield / *Geodesy and Geophysics* // Publications of the Finnish Geodetic Institute. Helsinki, 1993. N 115. P. 71—86.
- [26] *Kakkuri J., Poutanen M.* Geodetic determination of the surface topography of the Baltic Sea // *Marine Geodesy*. 1997. Vol. 20. N 4. 9 p.
- [27] *Korhonen H., Ahjos T.* Catalogue of historical earthquakes in Fennoscandia Area. Helsinki: University of Helsinki, Institute of Seismology, 1984. 24 p.
- [28] *Sjöberg L. E.* Determination of the Land Uplift from Old Water Marks and Tide Gauge Data at Ratan and Lövggrundet / Björn, Swede // *Neotectonics*. 1986. Vol. 1. P. 51—59.
- [29] *Sjöberg L. E.* Fennoscandian uplift — an introduction // *Terra nova*. 1991. Vol. 3. Number 4. P. 356—357.
- [30] *Varpasuo Pentti.* The seismic risk determination methods and the seismic hazard curves for individual construction sites // Proc. of the Symposium between Jmatran Voima Oy and the Academy of Sciences of the Soviet Union in Fennoscandian Seismicity. Moscow, 1984. 33 p.
- [31] *Wiejacz P.* Preliminary investigation of the September 21. 2004, earthquakes of Kaliningrad Region Russia // *Acta Geophysica Polonica*. Warszawa, 2004. Vol. 52. N 4. P. 425—441.

Санкт-Петербург
vladimirbogdanov@mail.ru
lenakrem@mail.ru
pevnev@ifz.ru

Поступило в редакцию
7 июня 2010 г.