

Трансрегиональная активная тектонически и сейсмически зона Куусамо-Беломорско-Северодвинская на Севере Европы – новые обобщения геологических и сейсмических материалов

В пределах северного сектора Российской части Фенноскандинавского кристаллического щита согласно новым проработкам исходных материалов были параметризованы три крупные, тектонически и сейсмически сравнительно активные в голоцене и в настоящее время зоны – Мурманская, Беломорская и поперечная к ним Центрально-Кольская [1], входящие в систему сейсмолинеаментов Восточной Фенноскандии [2] (рисунок). Дальнейшее освоение известных и малоизвестных фактических данных по молодой тектонике и сейсмичности во флангах Беломорской зоны, в ее пределах и на сопряжении с поперечными структурами, позволяет значительно раздвинуть ее границы. В частности, поновому оценивается Паанаярвинский сейсмолинеамент (см. рисунок), трассируемый к ЮЗ от Кандалакши в сторону Ботнического залива, что позволяет рассматривать объединенную по динамическим и сейсмическим признакам активную структуру длиной свыше 1000 км как трансрегиональную высшего порядка на всем Европейском Севере. Зона протягивается от Сев. Финляндии к вершине Кандалакшского залива, затем через акваторию Белого моря и далее по долине р. Северная Двина и по ее среднему течению. Она состоит из нескольких секторов (секций), которые различаются не только по геометрическим, в трехмерном пространстве, показателям (типам морфоструктуры), но также по геодинамическим характеристикам, режиму и силе сейсмических проявлений, по таким признакам, как длина сектора, ориентация, морфоструктурная выраженность и кинематика, сейсмичность (режим, наличие сильных исторических землетрясений и признаков мощных палеоземлетрясений, оценка сейсмической опасности). Неодинаковы и неравномерны, от сектора к сектору, с З на В, следующие признаки: ориентировка секторов по странам света, геодинамические силы и па-

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (ИФЗ РАН), Москва, Россия; shvarev@ifz.ru

² Институт географии РАН, Москва, Россия

³ Геологический институт РАН, Москва, Россия

⁴ Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Россия

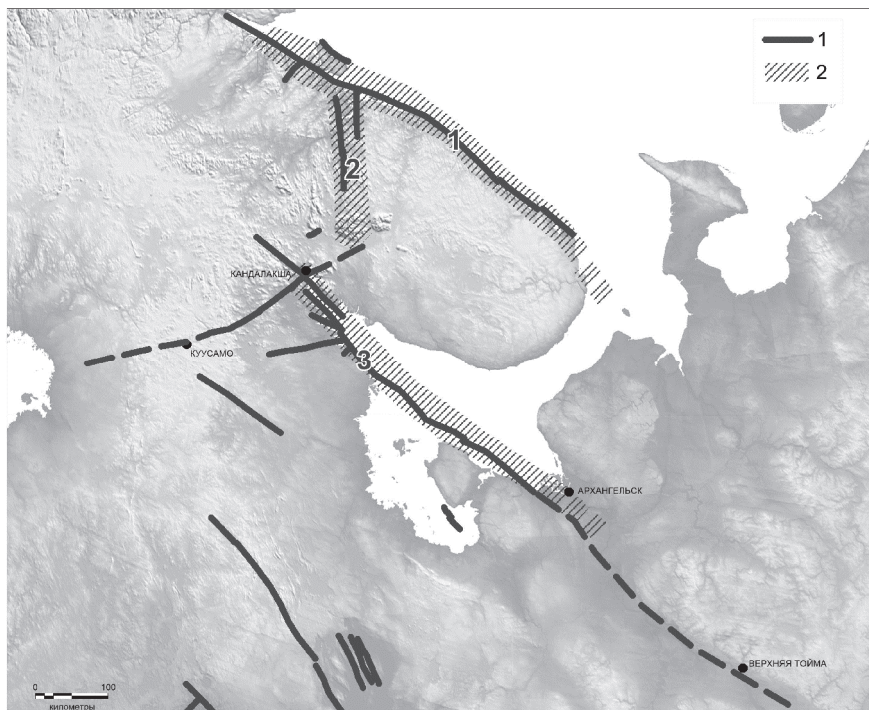


Рисунок. Трансрегиональная активная зона Куусамо-Верхняя Тойма.
 1 – сейсмолинеаменты; 2 – крупнейшие параметризованные зоны северо-восточной части Российской Фенноскандии (1 – Мурманская; 2 – Центрально-Кольская; 3 – Беломорская)

раметры, кинематика (разные векторы и сочетания), механизмы очагов землетрясений.

Характеристика секторов по ведущим признакам:

1. Умеренно-активная сейсмически (активность слабых и умеренных событий в текущем времени).
2. Режим редких сильных землетрясений с интервалами >500 и (≥ 1000) лет.
3. Сравнительно активная сейсмичность в текущее время, в исторический и в доисторический периоды, в широком диапазоне магнитуд.
4. Слабые и редкие землетрясения с интервалами в столетия, сильные землетрясения неизвестны.
5. Условия накопления и разрядки внутри коровых землетрясений неодинаковы, и ослабление сейсмичности к востоку только в самом общем виде (по крайним секциям), а внутри зоны неравномерное.

Мегаструктура имеет два крыла, юго-западное (Куусамо-Княжая губа) – 250 км, и юго-восточное (Кандалакша - пос. Двинской) – 780 км,

с изломом направленности в вершине Кандалакшского залива под тупым углом, где, в сердцевине, возник сложный геодинамический узел. Кандалакшский грабен – наиболее активная и опасная секция – структура, обладающая, в отличие от других, особенностью – земная кора здесь сильно раздроблена, причем разломы и, соответственно, очаги землетрясений ориентированы как продольно, СЗ-ЮВ, так и поперечно, причем первая группа преобладает. Землетрясения в пределах выделяемой мезазоны известны почти во всех секторах, если не по инструментальным записям, то по историческим сведениям и по палеосейсмогеологическим признакам. Но их сила и частота распределены очень неравномерно. Регистрируемая в восточной части региона современная сейсмичность достаточно представительна в отношении пространственного распределения эпицентров [3]. Юго-западный, Куусамский, сектор зоны в Сев. Финляндии проявлял сейсмическую активность во 2-й половине XIX в. в виде серии умеренных и слабых землетрясений. Наиболее изученным стало землетрясение 08.VIII.1926 г., $I_0=VI$ баллов, $M=4.6$. Макросейсмическое поле, полученное по обработке большого числа пунктов наблюдений, вытянуто в СВ направлении. На противоположном, дальнем, краю выделяемой зоны, в среднем течении р. Северная Двина, сейсмичность совсем слабая. Там теперь известно землетрясение 1829 г. с $I_0=VI$, $M=4.5$, с вытянутостью очага к юго-востоку, вдоль Северо-Двинского разлома [4]. Крайняя ЮВ секция выделяемой зоны под долиной р. Сев. Двина определяется как тектонически активная на основании работ Н.И. Николаева, Ю.Г. Шварцмана, В.Г. Трифонова, Д.М. Бачманова и др. с учетом вновь проработанных материалов по землетрясению 1829 г. [4]

Кутовая часть Кандалакшского грабена, с оперяющими структурами меньшего порядка – грабенами Великой Салмы, Чупы, Колвицы, с обрамлением Кандалакшскими, Лувенгскими и Колвицкими тундрами, глубококорневыми плутонами, это сложный тектонический, более того, геодинамический, узел. Действующие здесь горизонтальные и вертикальные силы, резко дифференцированы (высокоградиентны), напряжения переменчивы и, соответственно, их разрядка в виде умеренных и сильных землетрясений. Здесь же сконцентрированы и следы сильнейших голоценовых палеоземлетрясений [5–7], которые фиксируются в виде разрывов в скальных породах, обвалов, блоковых оползней, разрывных, складчатых деформаций в рыхлых отложениях, следов внезапного сейсмогенного разжижения и флюидизации. Разрывы прослеживаются и на морском дне, где, по данным сейсмоакустических работ, фиксируются тектонические нарушения, проникающие из фундамента в голоценовые морские осадки и смещающие их с вертикальной амплитудой, достигающей нескольких метров [8, 9]. Разрывы сопровождают

ся массовыми гравитационными смещениями. Иными словами, активность здесь наибольшая в пределах всей огромной линейной структуры, да и всего Севера Европейской России. После проработки заново первичных сведений по землетрясениям исторического периода и палеоземлетрясений, – этот вывод становится ключевым в познании геодинамики и долговременной сейсмической опасности всего региона.

Выделение трансрегиональной активной зоны на Севере Европы с характеристиками по секциям позволяет надежно и дифференцированно определять сейсмический потенциал и сейсмическую опасность в крупнейшей сейсмогенерирующей структуры и с большим основанием анализировать вопрос о соотношении сил гляциоизостазии и глобальной тектоники на Европейском Севере.

Литература

1. *Никонов А.А., Шварев С.В., Николаева С.Б. и др.* Три активные сейсмотектонические зоны высшего ранга на севере Европейской части России: прогресс-репорт // Проблемы тектоники континентов и океанов. Материалы LI тектонического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС, 2019. С. 86–92.

2. *Никонов А.А., Шварев С.В.* Сейсмолинеаменты и разрушительные землетрясения в российской части Балтийского щита: новые решения для последних 13 тысяч лет // Матер. Междунар. конфер. «Геолого-геофизическая среда и разнообразные проявления сейсмичности». Нерюнгри: Изд-во Техн. Ин-та СВФУ, 2015. С. 243–251.

3. *Морозов А.Н., Ваганова Н.В., Асминг В.Э. и др.* Современная сейсмичность Беломорского региона // Вулканология и сейсмология. № 1. 2019. С. 36–51.

4. *Никонов А.А., Флейфель Л.Д.* Землетрясение 31.VIII.1829 г. в Архангельской губернии: рассмотрение и уточнение характеристик по первоисточникам // Литосфера. 2019. № 6.

5. *Авенариус И.Г.* Морфоструктурный анализ при изучении культурного и природного наследия Западно-Арктического региона России. М.: Paulsen, 2008. 190 с.

6. *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 в. Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием. Архангельск: Институт экологических проблем Севера, 2014. С. 137–140.

7. *Шевченко Н.В., Кузнецов Д.Е., Ермолов А.А.* Сейсмотектонические проявления в рельефе берегов Белого моря // Вестник МГУ. Сер. География. 2007. № 3. С. 44–48.

8. *Рыбалко А.Е., Федорова Н.К., Никитин М.А., Токарев М.Ю.* Геодинамические процессы в Кандалакшском заливе Белого моря и их роль в

формировании покрова современных осадков // Матер. XX Межд. научн. конфер. (школы) по морской геологии. М., 2013. Т. III. С. 237–241.

9. Старовойтов А.В., Токарев М.Ю., Терёхина Я.Е. Атлас по интерпретации геофизических данных для морской практики на Белом море. Учебное пособие. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2018. 110 с.

С.В. Шварев^{1,2}, А.А. Никонов², М.В. Родкин³

Воттоваара - Западно-Онежский линеамент: признаки и параметры сейсмической активности в голоцене

Представление о Восточной Фенноскандии как недооцененной сейсмической провинции России [1] в последние годы получает подтверждения в связи с новыми находками следов сильной сейсмической активности в позднеледниковье и голоцене. Обобщение имеющихся на данный момент сведений о землетрясениях, полученных с использованием палео-, исторических и инструментальных данных в совокупности с морфотектоническим анализом позволило наметить в Восточной Фенноскандии несколько десятков сейсмолинеаментов [2]. В число крупнейших входит сложная структура северо-западного простирания, вытянутая более чем на 400 км (рисунок, №10), предположительно прослеживаемая от границы с Финляндией на западе до юго-восточной оконечности Онежского озера. Этот линеамент состоит из эшелонированных, кулисно подставляющих друг друга разломных зон, прослеживающихся в рельефе линейно ориентированными озерными котловинами (с 3 на В: Лексозеро, Нинозеро, Кончозеро), долинами рек (Пенинга, Суна, Семча), береговой зоной Онежского озера (Петрозаводская губа и юго-восточное побережье до с. Щелейки). Сейсмодетформации разного типа на нескольких участках этой структуры отмечались ранее [3–5], однако их принадлежность к ней не идентифицировалась. Для трех ключевых участков этой структуры («Воттоваара», «Гирвас» и «Рыбрека») проведены оценки параметров землетрясений, основанные на изучении сейсмогенных эффектов в скальном субстрате и рыхлых отложе-

¹ Институт географии РАН, Москва, Россия; shvarev@igras.ru

² Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

³ Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Москва, Россия