

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ
ПРИ ОНЗ РАН
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ГИН РАН)
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА



**ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА
ЗЕМНОЙ КОРЫ И МАНТИИ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ-2024**

Материалы LV Тектонического совещания

Том 2

Москва
ГЕОС
2024

УДК 549.903.55 (1)

ББК 26.323

Т 76

Тектоника и геодинамика Земной коры и мантии: фундаментальные проблемы-2024. Материалы LV Тектонического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС, 2024. 284 с.

ISBN 978-5-89118-881-5

DOI 10.34756/GEOS.2024.17.38797

Ответственный редактор

К.Е. Дегтярев

*На 1-й странице обложки:
Вид со склона г. Янусфьеллет, Шпицберген
(Фото М.А. Рогова, 2019)*

© ГИН РАН, 2024

© Издательство ГЕОС, 2024

4. Мезозойская и кайнозойская тектоника и магматизм Монголии / Отв. ред. акад. А. Л. Яншин. Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции. Вып. 11. 1975. 311 с.

5. Моссаковский А.А., Руженцев С.В., Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н. Централно-Азиатский складчатый пояс: геодинамическая эволюция и история формирования // Геотектоника. 1993. № 6. С. 3–32.

6. Стратиграфия мезозойских отложений Монголии / Отв. ред. Г.Г. Мартинсон). Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции. Вып. 13. 1975. 238 с.

7. Parfeevets A.V., Sankov V.A. Late Cenozoic tectonic stress fields of the Mongolian microplate // Comptes rendus – Geoscience. 2012. V. 344. P. 227–238.

**С.Ю. Соколов¹, А.С. Абрамова¹, С.И. Шкарубо²,
Р.А. Ананьев³, Е.А. Мороз¹, Ю.А. Зарайская¹**

Неотектоника восточной части шельфа Баренцева моря: сейсмичность и разломы

Сейсмичность Баренцева моря по данным региональной сети [1] (рис. 1) указывает на существование внутриплитных событий с эпицентрами, сгруппированными параллельно бровке шельфа, с механизмами сдвига с субмеридиональной ориентацией плоскостей смещений и растяжения с субширотной ориентацией. Эти данные указывают на тектоническую активизацию шельфа вблизи его западной окраины и ее возможную миграцию на восток [2]. Визуализация данных [1] для магнитуд >2.5 за период наблюдений с 2008 по 2012 гг. показывает, что в северо-восточной части Баренцева моря эпицентры группируются в линейные цепочки северо-западной ориентации (рис. 1). Это единственное место в восточной части акватории, где данные NORSAR [1], в основном являющиеся детекцией случайных выбросов шума, показали группирование этих событий в линейные кластеры (рис. 1), резко отличающиеся от хаотичного распределения. Сопоставление их пространственного распределения с разломной сетью, построенной в рамках проекта Государственной геологической

¹ Геологический институт РАН, Москва, Россия

² АО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция», Мурманск, Россия

³ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

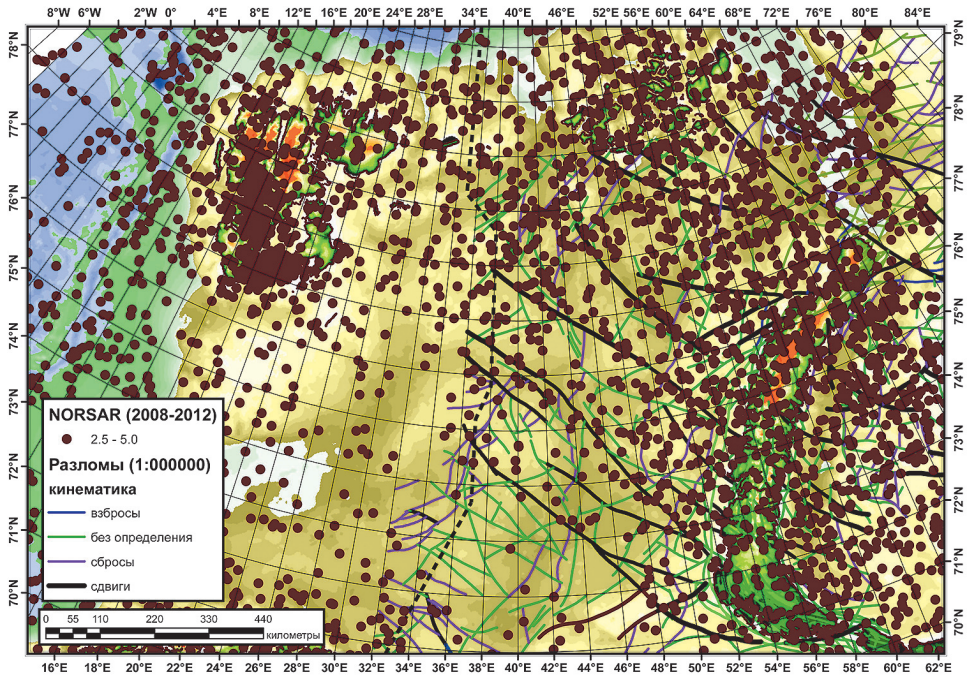


Рис. 1. Сейсмичность шельфа Баренцева моря по данным [1] за период с 2008 по 2012 гг. для событий с магнитудой >2.5 , разломная сеть по ГИС данным Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (новая серия) с дифференциацией разломов по кинематическому типу по [Карта..., 2004]

карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (новая серия) [3], показывает их привязку к разломам левой сдвиговой кинематики и опережающих их дислокаций, которые на карте данного масштаба могут быть не показаны. В рамках проекта геологического картирования в масштабе 1:1 000 000 обрабатывался значительный объем данных структурной 2D сейсморазведки, в разрезах которого разломные нарушения, выходящие к поверхности дна, установлены абсолютно достоверно.

Наличие данных о сейсмических событиях на район Баренцева моря за 20 лет в каталоге [1] в количестве ~ 550 тысяч позволяет получить статистически значимую картину их пространственного распределения в акватории Баренцева моря, в том числе в её Российской части. Нами рассчитывался суммарный сейсмический момент для событий в пределах шельфа по данным NORSAR по известной эмпирической зависимости момента от магнитуды событий Гуттенберга-Рихтера. Для шельфовой области расчет

велся для района, расположенного преимущественно в Российской части. Суммы вычислялись для пространственных ячеек 10×10 км и с интервалом в 1 год с 2001 по 2020 гг. В результате был сформирован трехмерный массив (куб) данных, что позволило представить результаты суммарного момента в 3D виде с возможностью формирования 2D вертикальных срезов в его ортогональных сечениях. Вертикальные срезы куба показаны на рис. 2. Каталог NOR SAR, содержащий в районе расчета (рис. 2) ~240 ты-

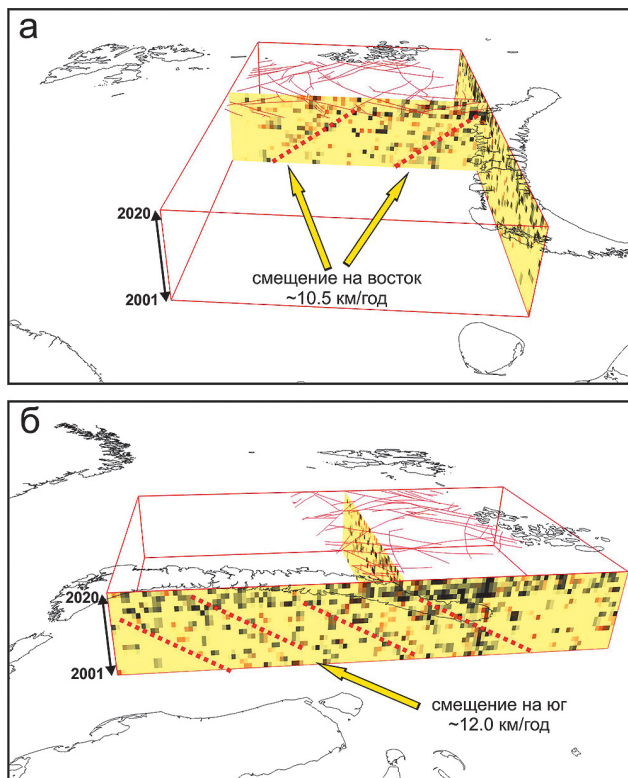


Рис. 2. Суммарный сейсмический момент (от 0 до 155×10^{13} Дж) в восточной части Баренцева моря по ячейкам (10×10 км) \times (1 год) по данным NOR SAR [1] за период 2001–2020 гг. Учитывались события с магнитудой от -2 . Разломная сеть 1:1 000 000 по данным листа Т-37-40 [3]. Стрелками показаны тренды пространственно-временного смещения энерговыделения с кажущимися скоростями вдоль плоскостей вертикального сечения трехмерного массива. а – обзор с юга на север на субширотное сечение суммарного сейсмического момента, б – обзор с востока на запад на субмеридиональное сечение суммарного сейсмического момента

сяч событий с магнитудой от -2 , обрабатывался программным модулем на языке FORTRAN-90. Проводилось суммирование моментов от каждого события в 3D массив, в котором оси X и Y являются координатами в проекции UTM37 с возможностью регулировать шаг дискрета, а ось Z – третье измерение с временным дискретом в 1 год. Результаты расчетов загружались в ПО, позволяющее осуществить трехмерную визуализацию данных, а также получение интегральной выборки вдоль одной из осей и ее усреднение в плавающем окне.

Пространственно-временные тренды сейсмического момента прослеживаются только в некоторых частях куба: в северной части района около сдвигов северо-западной ориентации и в восточной части района около утыкания сдвигов в структуры Новой Земли (рис. 2), где показаны субширотное и субмеридиональное сечения куба значений суммарного момента, на которых четко видны тренды этой пространственно-временной миграции максимумов момента со скоростью ~ 10.5 км/год от хребта Книповича на восток (рис. 2, а) и со скоростью ~ 12.0 км/год от хребта Гаккеля на юг в пределах района Новой Земли (рис. 2, б). Остальной объем куба представлен преимущественно хаотичным распределением отдельных суммарных пиков.

В акватории наиболее выраженным линейным кластером событий (рис. 1) является группа, расположенная вдоль наиболее длинного сдвига в северо-восточной части Баренцева моря и переходящая к северу в разломы неустановленной кинематики с изменением азимута на $10\text{--}15^\circ$ ближе к северу. Полученные тренды смещения сейсмической активности на восток от хребта Книповича и на юг от хребта Гаккеля хорошо укладываются в гипотезу о существовании суперпозиции тектонических деформационных волн от двух геодинамически активных сегментов ААРС, обрамляющих Северо-Западный Арктический шельф [4]. Геодинамическая обстановка в районе хребта Книповича является трансенсией, а в районе хребта Гаккеля простым сдвигом, что указывает на неодинаковое воздействие хребтов Гаккеля и Книповича на Баренцевоморский шельф. Геодинамика района получает более реалистичную интерпретацию вместе с правосдвиговой компонентой смещения плиты к востоку от хребта Книповича. Это делает левосдвиговую кинематику разломов северо-западной ориентации в восточной части акватории вполне объяснимой. Система левых сдвигов (рис. 1, 2), ориентированная на северо-запад под углом $\sim 45^\circ$ к обоим хребтам, является надежно установленной на всей акватории Баренцева моря и с ней ассоциирована сейсмичность (рис. 1). По данным [5, 6] схема девонско-триасовой рифтовой системы и ее юрско-меловая активизация имеют систему трансформных смещений, пространственная ориентация которых совпадает с разломами, выделенными на картах [3]. Это указывает на генетическую связь областей современной неотектоники

с палеозойскими и мезозойскими структурными неоднородностями, но поднимает вопрос о геодинамическом механизме воздействия на плиту с блоковым строением в настоящее время. Обнаруженные тренды могут происходить как от подвижек вдоль разломов из-за несимметричного давления со стороны сегментов ААРС, так и вследствие эмиссии при прохождении деформационных волн через разломную неоднородность. Вероятнее всего имеет место комбинация факторов. Отделить их друг от друга в настоящий момент не представляется возможным, но имеющиеся данные позволяют определить некоторые количественные характеристики и возможные причинно-следственные связи между ними.

Выводы

1. Слабые сейсмические события, зарегистрированные региональной сетью NORSAR в пределах Российской части шельфа Баренцева моря в период с 2001 по 2020 гг., группируются в линейные кластеры вдоль разломов сдвиговой кинематики, надежно установленных структурной 2D сейсморазведкой и ориентированных под углом $\sim 45^\circ$ к геодинамически активным сегментам Атлантико-Арктической рифтовой системы – хребтам Книповича и Гаккеля, обрамляющим шельф с запада и севера.

2. Разломная сеть, установленная по данным структурной сейсморазведки и высокочастотного профилирования, смещает мезозойские сейсмокомплексы и выходит на поверхность дна, смещая четвертичные отложения и однозначно указывая на современный возраст нарушений, вдоль которых сгруппированы линейные кластеры слабой сейсмичности.

3. Расчет суммарного сейсмического момента в пространственно-временном измерении показал наличие миграции сейсмической активности вдоль коротких фрагментов разломов на шельфе в субширотном направлении на восток со скоростью 10.5 км/год и в субмеридиональном направлении на юг со скоростью 12.0 км/год.

Благодарности. Данная работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 22-27-00578.

Литература

1. NORSAR Seismic Bulletins. 2022. (Выборка 2022.03.01) <https://doi.org/10.21348/b.0001> <https://www.norsar.no/seismic-bulletins/>

2. Соколов С.Ю., Агранов Г.Д., Шкарубо С.И., Грохольский А.Л. Юго-Восточный фланг хребта Книповича (Северная Атлантика): структура фундамента и неотектоника по геофизическим данным и экспериментальному моделированию // Геотектоника. 2023. № 1. С. 1–18. DOI: 10.31857/S0016853X2301006X

3. Карта дочетвертичных образований. Т-37-40 (Земля Франца-Иосифа, южные острова). Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (новая серия). Лист 1. Отв. ред. Б.Г. Лопатин. СПб.: МАГЭ, ПМГРЭ, ВНИИОкеангеология, 2004.

4. *Antonovskaya G.N., Basakina I.M., Vaganova N.V. et al. Spatiotemporal Relationship between Arctic Mid-Ocean Ridge System and Intraplate Seismicity of the European Arctic // Seismol. Res. Lett. 2021. V. 92. P. 2876–2890. DOI: 10.1785/0220210024*

5. *Шутилов Э.В. К тектоно-геодинамической эволюции континентальных окраин Арктики в эпохи молодого океанообразования // Геотектоника. 2004. № 5. С. 26–52.*

6. *Виноградов А.Н., Верба М.Л., Верба В.В. и др. Основные черты геологического строения Евро-Арктического региона / Под ред. Н.В. Шарова, Ф.П. Митрофанова, М.Л. Вербы, К. Гиллена. Строение литосферы российской части Баренц-региона Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. С. 16–39.*

Г.А. Стогний¹, В.В. Стогний

Модели Центрально-Алданского золотоносного района по материалам геофизического профиля 3-ДВ

По опорному профилю 3-ДВ (Сковородино-Томмот-Хандыга-Адыгалах) в 2008–2010 гг. был выполнен комплекс геофизических исследований (сейсмические наблюдения ОГТ, КМПВ, ГСЗ и электроразведка методом МТЗ). На отрезке Большой Нимныр–Томмот линия профиля пересекает восточную часть Центрально-Алданского золотоносного района (ЦАР) Алдано-Станового щита. До проведения геофизических исследований по профилю 3-ДВ глубинное строение и рудоконтролирующие структуры ЦАР оценивались по анализу гравитационного поля Алдано-Станового щита [1, 7, 9]. ЦАР в гравитационном поле проявляется Якокутским региональным гравитационным минимумом, который линия профиля 3-ДВ пересекает на отрезке 560–700 км. Так, в [1] строение литосферы района представлено в виде магматогенной колонны глубиной до 220 км, содер-

¹ Геофизический институт ВНЦ РАН, Владикавказ, Россия