

XVII Ферсмановская научная сессия ГИ КНЦ РАН

**Детальная оценка новейших тектонических напряжений в
районе пролива Великая Салма (Кандалакшский залив)
по тектонофизическим данным**

Шварев С.В., кандидат технических наук, Институт географии РАН
Бондарь И.В., аспирант, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

2020
год

Введение

В 2019 году в ходе полевых работ были изучены острова Кузокоцкого архипелага и полуострова Киндо (побережье Кандалакшского залива Белого моря). Собран уникальный материал для тектонофизических исследований: замеры пространственной ориентировки зеркал скольжения, трещин, жил, отрывов и других геологических индикаторов стресс-деформаций. По результатам реконструкции напряженного состояния методом катакластического анализа Ребецкого Ю.Л. получены чрезвычайно интересные выводы, представленные в данной работе.



Район исследования



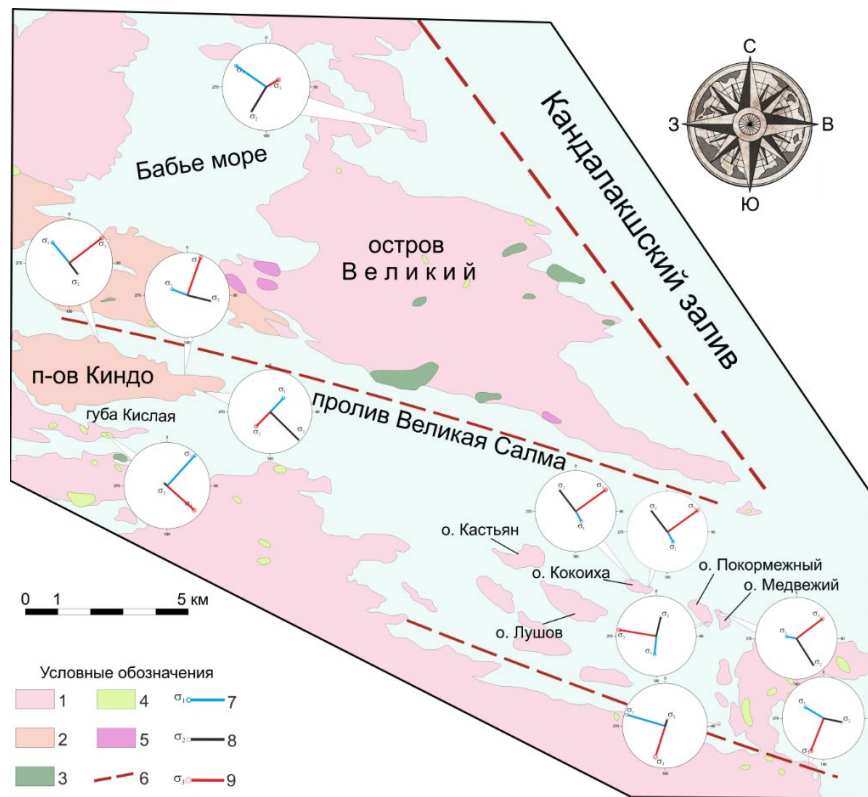
Район исследования расположен в Мурманской области, на южном берегу Кандалакшского залива.

(yandex.ru/maps)

Методика исследования

- Исследования проводились с помощью метода катакластического анализа, который был разработан заведующим лаборатории фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики ИФЗ РАН Ребецким Ю.Л.
- Метод катакластического анализа позволяет определить количественные характеристики реконструируемых локальных стресс-состояний: положение осей главных напряжений и коэффициент Лоде – Надаи.
- Определение этих характеристик производится в программе STRESSgeol. Исходными данными для расчета являются данные полевых замеров пространственной ориентировки зеркал скольжения.

Результаты расчета



За основу взята геологическая карта Кольского региона масштаба 1:500000 под редакцией Митрофанова Ф.П., Апатиты, 2001.

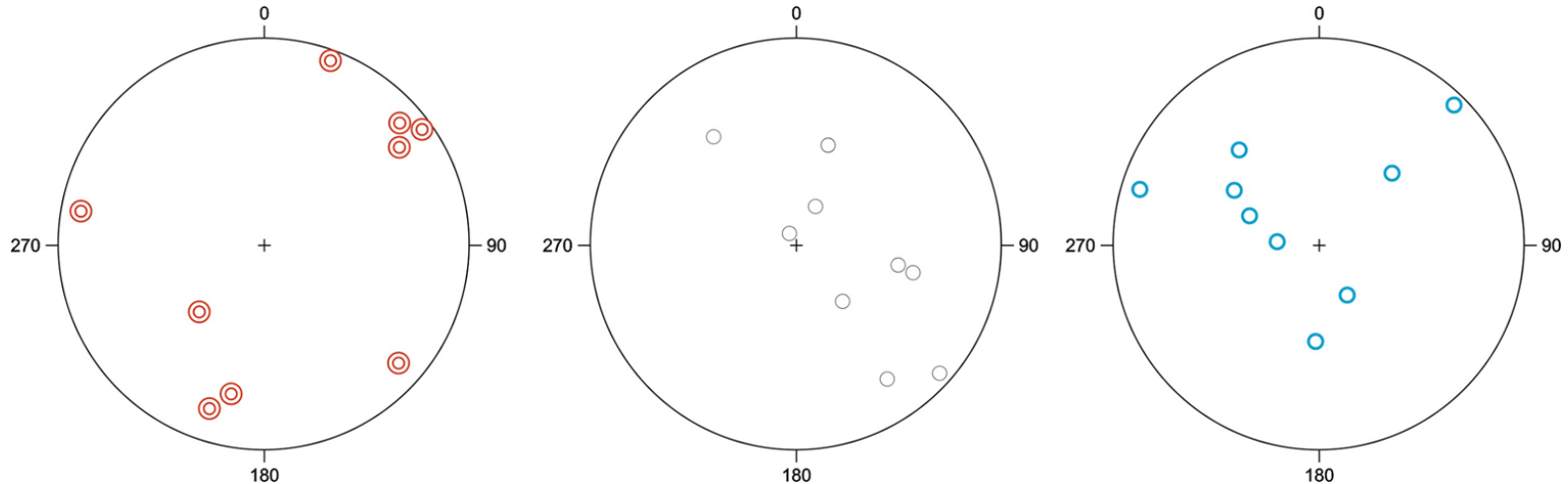
На рисунке показано расположение рассчитанных локальных стресс-состояний. Каждое стресс-состояние показано в виде диаграммы с положением полюсов осей главных нормальных напряжений. Построения производились на верхнюю полусферу.

- 1 – Беломорская серия, нижняя (керетьская) толща. Биотитовые гнейсы и гранито-гнейсы, редко амфиболиты;
- 2 – Беломорская серия, средняя (хетоламбинская) толща. Амфиболиты, гранатовые, амфиболовые и биотитовые гнейсы, резко подчиненные кианито- и гранато-юиотитовые гнейсы;
- 3 – Ранние архейские интрузии, амфиболиты гранатовые и палевошпатовые;
- 4 – Поздние архейские интрузии, габбро-нориты, габбро, габбро-порфириды, микрогаббро, габбро-амфиболиты, амфиболиты;
- 5 – Поздние архейские интрузии, плагио-микроклиновые и плагиоклазовые граниты и гнейсо-граниты;
- 6 – предполагаемые разломы;
- 7 – ось максимального растяжения;
- 8 – промежуточная ось;
- 9 – ось максимального сжатия

Результаты расчета

В результате обработки замеренных зеркал скольжения получено 11 локальных стресс-состояний.

- Оси максимального сжатия в большинстве случаев имеют ориентацию северо-восток - юго-запад и пологие углы погружения.
- Оси максимального растяжения в большинстве имеют крутой угол падения и ориентировку северо-запад - юго-восток или юго-восток - северо-запад.
- Промежуточные оси расположены неупорядоченно и почти все имеют крутые углы падения



Распределение на круговых диаграммах полюсов осей всех рассчитанных локальных стресс-состояний:

На левой диаграмме – полюса осей максимального сжатия, на средней – полюса промежуточных осей, на правой – полюса осей максимального растяжения

Обсуждение результатов

- Кандалакшская сейсмогенная зона маркирует крупную зону растяжения в земной коре (Юдахин Ф.Н. и др., 2003).
- Растяжение Кандалакшского залива объясняется противоположной направленностью вращения Кольского и Карельского массивов. На этот процесс накладываются гляциоизостатические деформации (Евзеров В.Я. и др., 2014; Зыков Д.С., 2014). В данной работе все полученные локальные стресс-состояния находятся не на берегу Кандалакшского залива, а в пределах пролива Великая Салма, который переходит в Ругозерскую губу и глубоко вдается в Карельский массив (длина залива 36 км). Вероятно, что и пролив участвует в общем растяжении и развивается по той же модели.
- На южном борту пролива практически везде фиксируется северо-восточное сжатие и северо-западное растяжение (как раз по простиранию пролива), особенно четко оно проявлено на внешних островах Кузокоцкого архипелага – Кокоиха, Покормежный, Медвежий и полуострове Киндо. Судя по всему, это связано с тем, что пролив Великая Салма маркирует зону растяжения, на бортах которой фиксируются области сжатия и сдвиги. Как отмечено в работе (Евзеров В.Я. и др., 2014), в Беломорской котловине сдвиги доминируют среди неотектонических разрывных нарушений. Сдвиговые смещения происходят по древним трещинам, обновленным на неотектоническом этапе. может лучше с красной строки.



Зеркало скольжения по трещине в биотитовых гнейсах. Штриховка указывает на сдвиговое смещение (фото Бондаря И.В., 2019)

Сдвиг в биотитовых гнейсах на острове Медвежий. Кинематика определена по сдвиговой штриховке на бортах трещины (фото Бондаря И.В., 2019)

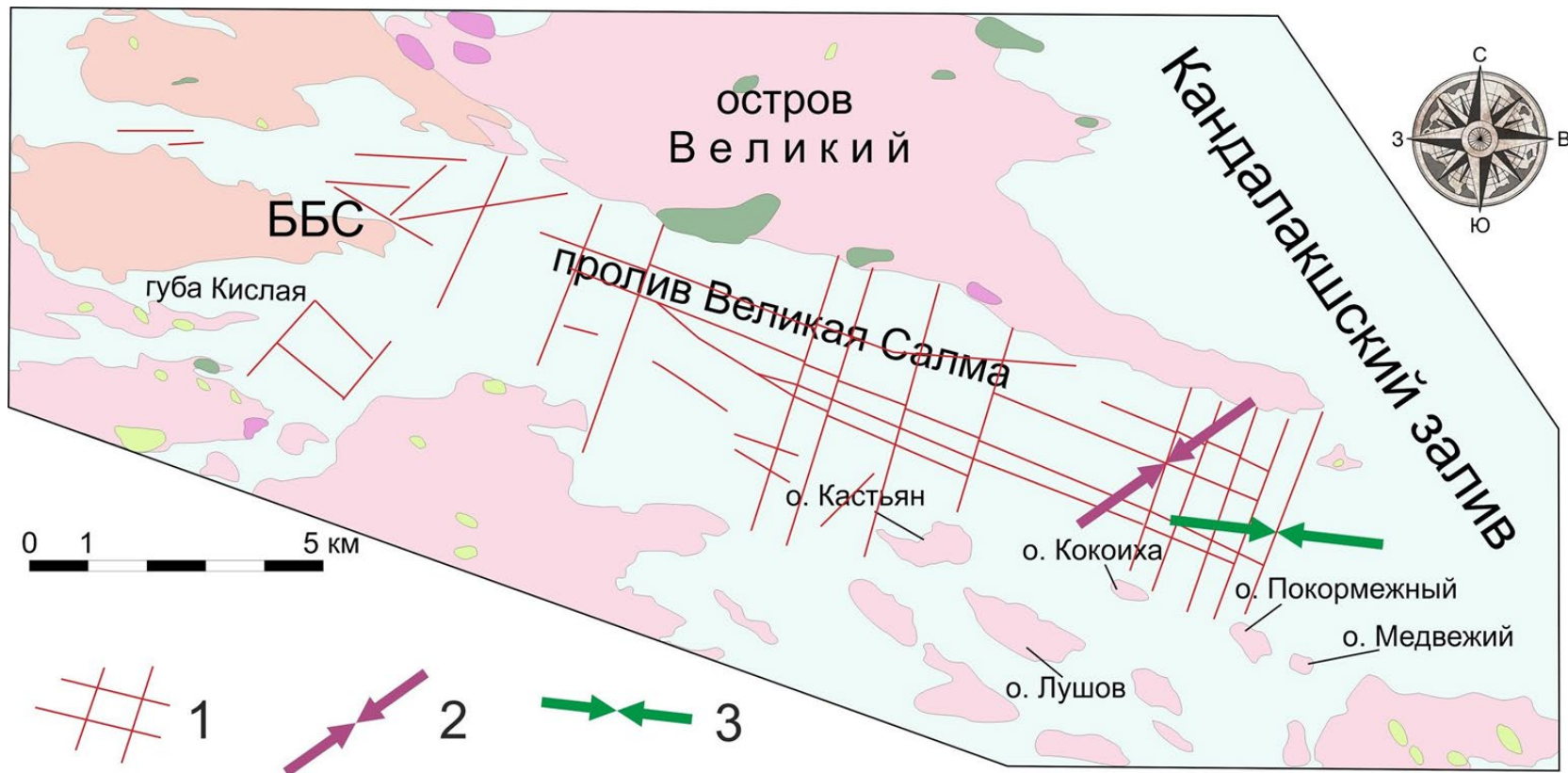
Необъясненные противоречия

В работе (Старовойтов А. В. и др., 2018) в ходе детальных сейсмоакустических исследований получены результаты, на первый взгляд противоречащие сделанным выше выводам.

По данным морфологического и структурного анализа ими выявлены основные разрывные нарушения преимущественно северо-западного и северо-восточного простирания, которые затрагивают архейские гнейсы, а на некоторых участках позднеплейстоценовые и, возможно, голоценовые осадки. Все выделенные разрывные нарушения имеют вертикальную амплитуду смещения, то есть являются сбросами или взбросами.

Но при такой ориентировке оси максимального сжатия (северо-восточная) и оси максимального растяжения (юго-восток) данные разрывные нарушения должны быть сдвигами, возможно с небольшой вертикальной компонентой (см. рис. на следующем слайде).

Также в статье (Баранская А.В. и др., 2015) для данного района определено направление максимального главного нормального напряжения, которое имеет субширотную ориентировку. При такой ориентировке осей максимального сжатия разрывные нарушения, полученные в работе Старовойтова (Старовойтов А. В. и др., 2018), действительно будут иметь взбросовую компоненту.



Соотношение разломов, выделенных по геофизическим данным, и осей максимального сжатия, полученных в данной работе:

- 1 – разломы, выделенные по сейсмоакустическим данным (Старовойтов А. В. и др., 2018);
- 2 – направление осей максимального сжатия по данным авторов статьи;
- 3 – направление осей максимального сжатия по данным (Баранская А.В. и др., 2015)

Выводы

1. В большинстве точек наблюдения оси максимального сжатия имеют ориентировку северо-восток – юго-запад.
2. Возможно, пролив Великая Салма маркирует зону растяжения, которая развивается совместно с Кандалакшским заливом.
3. Имеющиеся противоречия результатов с работами других исследователей требуют дальнейшего изучения этого интересного региона.

Благодарности

Авторы благодарит сотрудников Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Ф.А. Романенко, Н.Н. Лугового и Геологического института РАН Н.Е.Зарецкую, а также директора Беломорской биологической станции Цетлина А.Б. за помощь в осуществлении полевых исследований.

Список использованной литературы

1. Балугев А.С., Журавлев В.А., Терехов Е.Н., Пржиялговский Е.С. Тектоника Белого моря и прилегающих территорий (Объяснительная записка к «Тектонической карте Белого моря и прилегающих территорий» масштаба 1:1500000) // Тр. ГИН РАН. Вып. 597. М.: ГЕОС, 2012. 104 с.
2. Баранская А. В., Романенко Ф. А. Дифференцированные вертикальные движения и блоковая тектоника побережий Кандалакшского залива Белого моря // Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского, 16–20 февраля 2015 г., Санкт-Петербург, ФГУП ВСЕГЕИ. – ВСЕГЕИ г. Санкт-Петербург, 2015. – С. 3-6.
3. Евзеров В.Я., Виноградов А.Н., Николаева С.Б. Геодинамика беломорской котловины в голоцене // Вестн. КНЦ РАН. 2014. № 2 (17). С. 51–58.
4. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы / под ред. Н.В. Шарова, А.А. Маловичко, Ю.К. Щукина. Кн. 1: Землетрясения. Петрозаводск: Изд. КарНЦ РАН, 2007. 381 с.
5. Зыков Д. С. Морфоструктура области сочленения Восточно-Европейской и Западно-Арктической платформ как отражение горизонтальной компоненты подвижности земной коры // Геоморфология. – 2014. – № 3. – С. 62-74.
6. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методики и алгоритмы. М.: ГЕОС. 2017. 234 с.
7. Старовойтов А. В. , Токарев М. Ю. , Терехина Я. Е. , Козупица Н. А. Строение осадочного чехла Кандалакшского залива Белого моря по данным сейсмоакустики // *Вестник Московского университета. Серия 4: Геология.* – 2018. – № 2. – С. 81–92. Рассмотрены особенности строения осадочного чехла на акваториях, прилегающих к биостанции МГУ.
8. Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 299 с.

Благодарю за внимание!



