

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

ПРОБЛЕМЫ ТЕКТОНИКИ КОНТИНЕНТОВ И ОКЕАНОВ

Материалы LI-го Тектонического совещания

Том 2

Москва
ГЕОС
2019

ферной плиты (регион от хребта Ломоносова до Восточно-Сибирского и Чукотского морей) претерпел, вероятно, внутриплитное растяжение и трансензию. Это тектоническое событие привело к значительной перестройке палеогеографии и началу резкого похолодания климата в Арктике.

7. Обобщение результатов сейсмической стратиграфии Арктики показывает, что в интервалах 100–80 и 56–45 млн лет формировались осадки с какой-то особенной литологией. Возможно, это не глинистые осадки, а, например, кремнистые. Мы предполагаем, что в эти эпохи было потепление климата в Арктике, так как они совпадают с глобальными эпохами относительно жаркого климата. В эпохи потепления, возможно, в Арктике формировались основные нефтематеринские отложения.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (18-05-70011, 18-05-00495).

**А.А. Никонов¹, С.В. Шварев^{2,1}, С.Б. Николаева³, Д.С. Зыков⁴,
Л.Д. Флейфель¹, М.В. Родкин⁵, А.О. Королева¹**

Три активные сейсмотектонические зоны высшего ранга на севере Европейской части России: прогресс-репорт

Выделение крупнейших активных зон высшего ранга на территории Кольского п-ова и его обрамления основывается на совокупном анализе трех основных составляющих: 1) активизированного блокового строения; 2) выявляемых на поверхности и в разрезах рыхлых отложений признаков сейсмических нарушений; 3) параметризованных заново исторических и палеоземлетрясений. Выделенные критерии позволяют наметить пространственное положение основных сейсмоактивных зон, определяют их энергетический потенциал и возможную периодичность сильных сотрясений.

1. Блоковая морфоструктура. Блоковое строение Кольского п-ова (массива) изучается на протяжении более 100 лет. В последние годы от-

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия; nikonov@ifz.ru

² Институт географии РАН, Москва, Россия; shvarev@igras.ru

³ Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, Россия.

⁴ Геологический институт РАН, Москва, Россия.

⁵ Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Москва, Россия.

мечаются существенное углубление знаний, прежде всего, по основным зонам, ограничивающим Кольский п-ов – главным блокоразделам, наметенным уже А.П. Карпинским (1919), и связано оно, прежде всего, с сейсмическими исследованиями в акваториях Белого и Баренцева морей. В пределах Кандалакшско-Онежского палеорифта установлены не только повышенная мощность рифейских отложений и, соответственно, глубина погружения фундамента около 8 км [7], но и тектонические дислокации в верхних горизонтах чехла, вплоть до поздне- и послеледниковых осадков [16]. Дислокации в рыхлом чехле сопрягаются с разветвленной системой грабенообразных понижений на всей акватории Белого моря, включая Онежский, Двинский заливы, Горло Белого моря, но особенно выразительной и густой – в Кандалакшском заливе [14]. Преобладающие тектонические смещения здесь вертикальны, что отражается в высотах уступов по обрамлению грабенов до 100–150 м при суммарном опускании дна в осевой части залива ≥ 300 м. Хорошо заметны и сдвиговые смещения, крупнейшие из которых обозначены на Тектонической карте Белого моря [3, 17]. Констатация совместного действия вертикальных и сдвиговых движений является существенным изменением в оценке активизации тектонической структуры Кольского п-ова не только в постледниковое время, но и в различные периоды голоцена. Сбросо-сдвиг фиксируется и вдоль Мурманского побережья на северо-восточном обрамлении Кольского п-ова [3, 6]. Вертикальная составляющая движений здесь существенно выше, чем в Кандалакшском заливе. Если в нем суммарные амплитуды, включая сопряженные субаквальные и субаэральные уступы, не превышают 450 м, а в среднем – около 200 м, то на Мурманском побережье максимальные амплитуды (в западной части) в 2 раза выше, что свидетельствует о большей интенсивности новейших дифференциальных смещений.

На основании планового рисунка разрывных нарушений, их сопряжения с рельефом выводятся заключения о динамике новейшей морфоструктуры Кольского п-ова. Для краевых частей Кольского блока характерны раздвиговые участки: вдоль СВ-берега и в Кандалакшском заливе. На севере раздвижки образуют грабенообразные структуры, параллельно береговой линии, в одну, редко две линии общей шириной 3–5 км, местами до 15 км, в целом сохраняющие ширину на протяжении всего Баренцевоморского побережья, за которыми идет относительно пологий свал глубин до 100–200 м. СВ-борта этих структур маркируются или полуостровами (Святой Нос, Териберский, Рыбачий) или островами (Кильдин, о-ва Оленьи, Семь островов), или приустьевыми частями долин (рр. Ивановка, Иоканьга). Зона выражена отчетливыми полосами ступенчатости трещиноватости вдольберегового простирания, в пределах ко-

торых наблюдаются кулисные системы трещин, отражающие противоположные горизонтальным смещения вдоль зоны. На юге Кольского п-ова раздвиговые структуры формируют расширяющуюся к ЮВ широкую, относительно симметричную зону с максимальными глубинами в близосевых районах. Ширина зоны колеблется от первых км в кутовой части Кандалакшского залива до 15–16 км в средней части на протяжении около 70 км и до ширины ≥ 50 км на выходе из залива в центральный бассейн Белого моря.

Во внутренней части территории рисунок разрывных структур существенно различен собственно на Кольском п-ове и на материковом (3) сегменте. Границу этих частей можно провести от Кольского залива до Хибин и Ловозерских тундр и далее на ЮЮЗ по котловине оз. Имандра до Кандалакшского залива. К северу она четко определена двумя субпараллельными разрывами, судя по соотношению форм рельефа на крыльях, со сдвиговой составляющей (правый сдвиг). Южнее граница менее выразительна. К В от этой границы блоковое строение подчинено общему ЮВ-тренду: выделяется внешняя (СВ), центральная (осевая) и ЮЗ части. К З от обозначенной границы, блоковая структура резко отличается от В-части. Здесь развиты блоки СВ ориентировки «встык» блокам полуострова. На поверхности выражены соответствующие депрессии, меняется и характер береговой зоны, которой свойственно диагональное сочленение широких и протяженных субмеридиональных (ССЗ) и СВ фьордов, выходящих на сбросовый уступ между Варангер-фьордом и губой Малой Волоковой.

Комплексное исследование позволяет констатировать, что для формирования новейшей активизированной морфоструктуры Кольского п-ова определяющими являются три зоны, две из которых, развитые на границах (Мурманская и Кандалакшская) выражены сбросо-сдвиговыми уступами, сопряженными с грабенами, а третья (Центральная) представляет собой систему преимущественно сдвиговых нарушений субмеридиональной (ССЗ) ориентировки.

Б. Современные и древние землетрясения Кольского полуострова. Непосредственным подтверждением постледниковой и голоценовой активности обновленных разломов и, в целом, блоковой структуры Кольского п-ова, является сейсмичность – современная, хотя и слабая, с $M \leq 4$, историческая более сильная, $M \geq 5.5$, единично до $M = 6.9$, и палеоземлетрясения с $I > VI-VIII$ до $IX-X$ баллов и $M = 6.5 \div 7$. Признаки палеоземлетрясений в виде скальных оползней, обвалов, трещин, нарушений разного рода (пликативных, разрывных, разжижений) в голоценовых осадках, обнаружены на разных участках протяженной зоны по СВ-обрамлению Кольского п-ова [5, 11, 12]. Сейсмодетформации группируются и в других

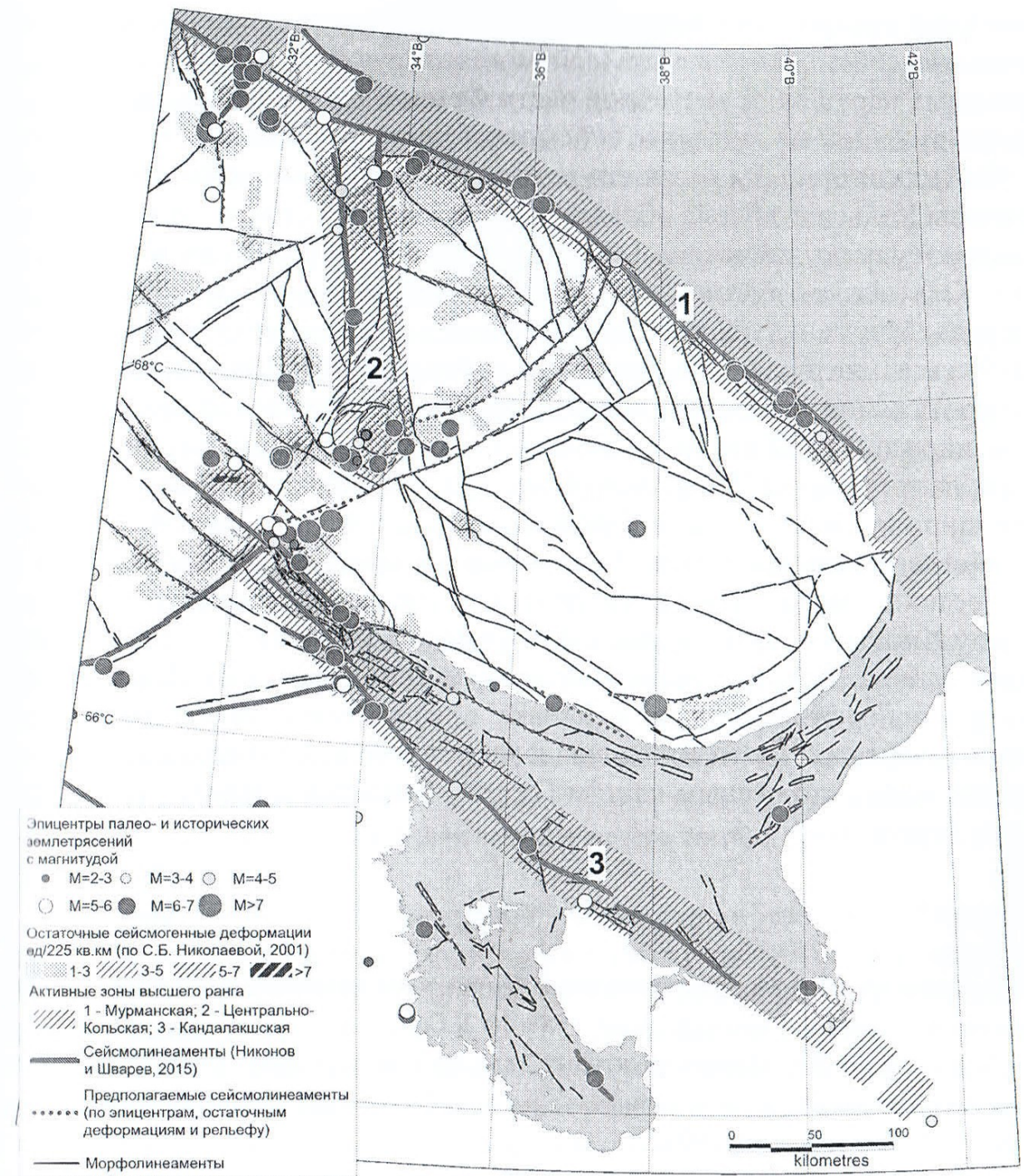


Рисунок. Сейсмоактивные зоны разного ранга на СВ Фенноскандинавского щита

частях Кольского п-ова, как краевых (по Кандалакшскому обновленному грабену) [2, 19], так и внутренних [1, 10, 13, 18], маркируя блоковые неоднородности как крупнейших (двух краевых (северо-западных) и поперечной (меридиональной)), так и более низких иерархических уровней. Значительное количество деформаций рельефа, за счет доисторических землетрясений концентрируется в изометричных и линейных областях. Накопленные данные по повторяемости сильных землетрясений и их

линейной локализации позволили выделить в пределах Кольского п-ова несколько сейсмолинеаментов (сейсмогенерирующих структур с $M \geq 6$), – основных нарушений восточной части Фенноскандинавского щита [15] и группирующихся в активные сеймотектонические зоны высшего ранга.

В. Активные зоны высшего ранга. Три основные морфоструктурные границы Кольского блока обладают и наибольшим сейсмическим потенциалом, судя по диспозиции очагов палео- и исторических землетрясений. К активным зонам высшего ранга необходимо относить, в первую очередь, Мурманскую зону протяженностью более 600 км при ширине 40–50 км, вплотную примыкающую к побережью Кольского п-ова на всем его протяжении; на втором месте – Кандалакшская зона длиной >470 км при ширине 30–40 км от Кольского п-ова к Двинскому заливу Белого моря; на третьем – и Центрально-Кольскую зону протяженностью ~220 км при ширине около 30 км, субмеридионально секущую восточную часть Фенноскандинавской глыбы. Кроме трех крупнейших зон проявляются и второстепенные: а) узловое сочленение сейсмогенерирующих структур между Хибинами, Ловозерским массивом и кутовой частью Кандалакшского залива; б) зона северо-восточного простирания от Ловозерских тундр к побережью вдоль р. Харловка; в) зона северо-западного простирания от кутовой части Кандалакшского залива к З; г) зоны в акватории Белого моря – по осевым частям Горла и Онежского залива, вдоль Терского берега.

Литература

1. Авенариус И.Г. Морфоструктурный анализ зоны новейших дислокаций на южном склоне Хибин // Геоморфология. 1989. № 2. С. 52–57.
2. Авенариус И.Г. Морфоструктурный анализ при изучении культурного и природного наследия Западно-Арктического региона России: научное издание / И.Г. Авенариус. М.: Paulsen, 2008. 190 с.
3. Балувев А.С., Журавлев В.А., Терехов Е.Н., Пржиялговский Е.С. Тектоника Белого моря и прилегающих территорий. (Объяснительная записка к «Карте тектоники Белого моря» масштаба 1:1500000) / Отв. ред. М.Г. Леонов. М.: ГЕОС, 2012.
4. Верзилин Н.Н., Бобков А.А. Следы голоценовых землетрясений на севере Кольского полуострова / Геология, геоэкология, эволюционная география. СПб., 2009. С. 20–25.
5. Зыков Д.С., Терехов Е.Н., Балувев А.С. Признаки новейшей активизации разрывов и следы вероятных палеосейсмодеформаций на участке Баренцевоморского побережья Кольского полуострова // Матер. Всерос. Конфер. «Проблемы сеймотектоники». М., 2011. С. 210–214.

6. Зыков Д.С. Морфоструктура области сочленения Восточно-Европейской и Западно-Арктической платформ как отражение горизонтальной компоненты подвижности земной коры // Геоморфология. 2014. № 3. С. 62–73.
7. Казанин Г.С., Журавлев В.А., Павлов С.П. Структура осадочного чехла и перспективы нефтегазоносности Белого моря // Бурение и нефть. 2006. № 2. С. 26–28.
8. Лукашов А.А., Романенко Ф.А. // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. Матер. Тектонич. совещ. Т. 1. М.: МГУ, 2010. С. 430–434.
9. Николаева С.Б. Палеосейсмические проявления в СВ части Балтийского щита и их геолого-тектоническая позиция // Геоморфология. 2001. № 4. С. 66–74.
10. Николаева С.Б. Палеосейсмодислокации в Хибинском массиве (северо-восточная часть Балтийского щита, Кольский полуостров) // Напряженно-деформированное состояние и сейсмичность литосферы. Тр. Всерос. совещания. Иркутск. 26–29 августа 2003 г. Новосибирск, 2003. С. 409–412.
11. Николаева С.Б. Сейсмогенные деформации в отложениях раннеголоценовой террасы реки Печенга (Кольский полуостров) // ДАН. 2006. Т. 406. № 1. С. 4–7.
12. Николаева С.Б. Разрушительные землетрясения в окрестностях города Мурманска (по палеосейсмогеологическим данным) // Вулканология и сейсмология. 2008. № 3. С. 52–61.
13. Николаева С.Б., Никонов А.А., Шварев С.В., Родкин М.В. Комплексные палеосейсмогеологические исследования на ключевом участке в юго-западной части Кольского п-ова (северо-восток Фенноскандинавского щита) // ДАН. 2016. Т. 469. №2. С. 199–203.
14. Никонов А.А., Фроль В.В., Шварев С.В. Землетрясения в Беломорском бассейне в соотношении с новейшей тектоникой и особенностями рельефа // Геология морей и океанов. Материалы XX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Москва, 18–22 ноября 2013 г. Т. V. М.: ГЕОС, 2013. С. 204–208.
15. 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 (ф) СВФУ, 2015. С. 243–251.
16. 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. Т. III. М., 2013. С. 237–241.
17. Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий. Масштаб 1 : 1 500 000 / Отв. ред. Балувев А.С. М.: ГИН РАН, 2010.
18. Шварев С.В. Послеледниковые тектонические движения и формирование террас оз. Имандра (Кольский полуостров) // Геоморфология. 2003. № 4. С. 97–105.

19. Шевченко Н.В., Кузнецов Д.Е., Ермолов А.А. Сейсмотектонические проявления в рельефе берегов Белого моря // Вестн. МГУ. Сер. Геогр. 2007. № 3. С. 44–48.

**А.Н. Овсяченко¹, А.М. Корженков, А.С. Ларьков,
Е.А. Рогожин**

Предварительные результаты исследований активных разломов и следов сильных палеоземлетрясений в районе г. Дербент

В 2018 г. проведено полевое геолого-геоморфологическое изучение активных разломов Избербаш-Дербентской складчатой зоны в районе г. Дербент. Складчатая зона является промежуточной ступенью между Терско-Каспийским предгорным прогибом и горным сооружением Большого Кавказа и отличается высокой сейсмической активностью на инструментальном этапе наблюдений. Для этого района также имеются и отрывочные, слабо обоснованные сведения о сильных исторических землетрясениях в VII–X вв. [1, 2]. Изучение сейсмогенных деформаций по независимым источникам информации – в рельефе и молодых отложениях, археологических и исторических памятниках – дает возможность продления сейсмической «летописи» на сотни и тысячи лет и точной локализации очагов сильных землетрясений. Такой комплексный подход активно развивается в мире, а в последние годы успешно зарекомендовал себя в Крыму [3 и др.].

В районе г. Дербент нами были выявлены два активных разлома (рис. 1). Они представляет собой сегменты-ступени региональной тектонической границы между горным сооружением Большого Кавказа и протяженной системой Предкавказских передовых прогибов.

Дербентский разлом вытянут вдоль подножия Джалганского хребта, где представлен выразительным литолого-тектоническим уступом высотой до 100 м, на всем протяжении которого прослежен разрез позднемиоценовых карбонатных отложений, смятых в приразломную антиклинальную складку, подорванную системой ластрических взбросо-надвигов по которым произошло разлинзование и трехкратное совмещение в разрезе слоя прочных известняков (рис. 2). Внутренняя структура разломной зоны

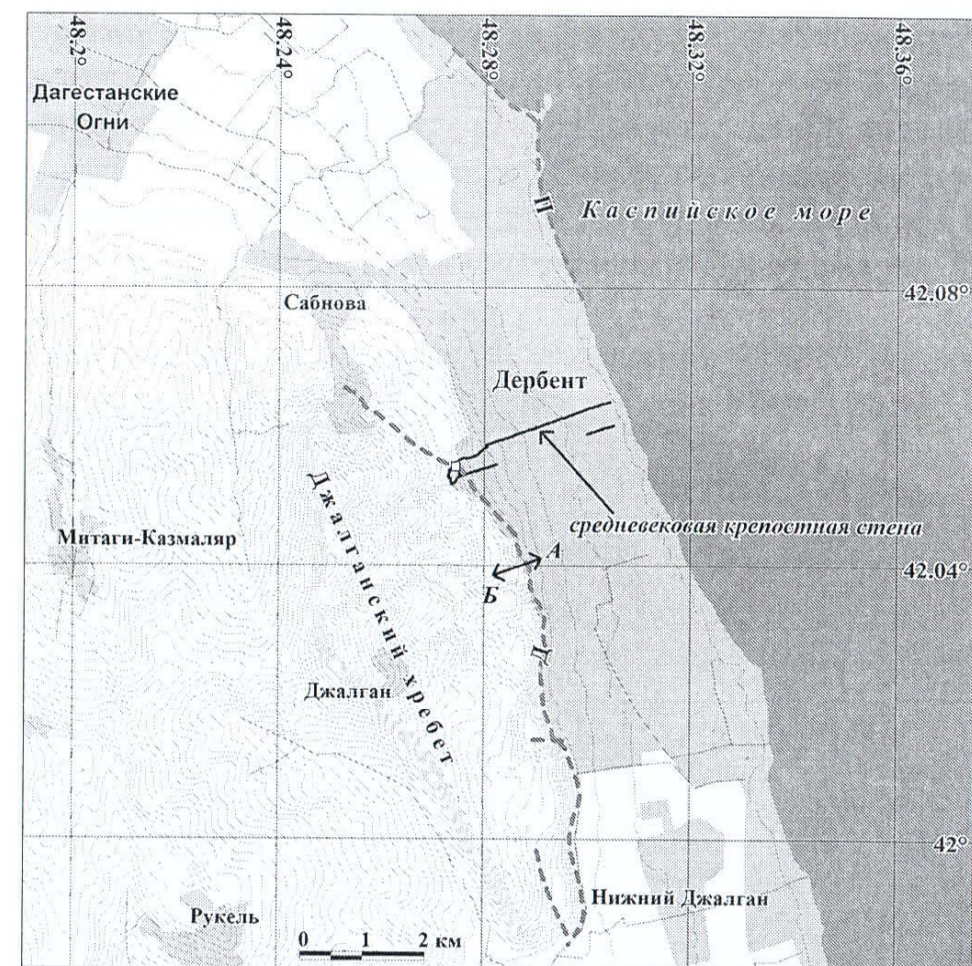


Рис. 1. Карта района г. Дербент с положением прослеженных Дербентского (Д) и Приморского (П) активных разломов. Линия А–Б – положение разреза на рис. 2. Место детального изучения смещенной средневековой крепостной стены г. Дербент показано квадратом

конформна рельефу поверхности уступа. В подножии уступа выходит пологий надвиг, с глубиной принимающий более крутое падение (до 20°) в западном направлении. В позднеголоценовых пролювиально-склоновых осадках деформация рассеяна в виде широкой (до 50 м) зоны флексурно-складчатых деформаций. Резкие правосторонние изгибы долин временных водотоков вдоль подножия уступа на отрезках СЗ ориентировки свидетельствуют о правосдвиговой компоненте смещений.

Последняя подвижка по разрыву СЗ ориентировки привела к смещению северной оборонительной стены древнего Дербента. В позднемиоценовых породах разрыв прослеживается в сухой долине в 170 м к СЗ от стены. В результате этой подвижки была разорвана и смещена в горизонтальном направлении стена, сложенная характерной кладкой эпохи Сасанидов [4] (рис. 2). Стена была возведена в конце. 560-х гг. в правление самого могущественного иранского шаха из династии Сасанидов – Хосрова I Ануширвана (531–579 гг.) [5]. Магнитуду события, очень прибли-

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия; ovs@ifz.ru