

УДК 551.248.2:551.432(470.21)

О ВЛИЯНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И СОВРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА РЕЛЬЕФ ПОЛУОСТРОВОВ РЫБАЧИЙ И СРЕДНИЙ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

А.О. Агibalов, В.А. Зайцев, А.А. Сенцов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию 11.10.16

Приуроченность линейных элементов рельефа к разрывным нарушениям и зонам интенсивного кливажирования рифейского возраста, сходство пространственного рисунка трещиноватости, линеаментов и дизъюнктивных структур, проявляющих сейсмическую активность на современном этапе, позволяет поставить вопрос об унаследованном характере развития рельефа. Эти данные наряду с результатами проведенного компьютерного моделирования указывают на то, что параметры современного напряженного состояния и главные закономерности локализации древних дизъюнктивных структур могут рассматриваться как факторы, определяющие морфологию рельефа полуостровов Рыбачий и Средний.

Ключевые слова: рельеф, компьютерное моделирование, современная геодинамика, Кольский полуостров.

Agibalov A.O., Zaitsev V.A., Sencov A.A. On the influence of geological framework and modern tension on relief of Rybachi and Sredni peninsulas (Kola Peninsula). Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2016. Volume 91, parts 4–5. P. 97–102.

The confinement of linear elements of relief to the Riphean faults and cleavage zones, the similarity of the spatial pattern of fractures, lineaments and disjunctive structures, showing the seismic activity, allow us to put the question about the inherited character of relief's development. This data in combination with results of computer modeling indicate that parameters of the modern tension and the main regularities of localization of the ancient disjunctive structures can be considered as factors that determine the morphology of the relief of Rybachi and Sredni peninsulas.

Key words: relief, computer modeling, modern geodynamics, Kola Peninsula.

С целью выяснения влияния геологического строения и параметров современного напряженного состояния на формирование рельефа полуостровов Рыбачий и Средний (западная часть Кольского полуострова) проведено геоморфологическое дешифрирование космических снимков и цифровой модели рельефа, анализ массовых замеров трещиноватости, а также компьютерное моделирование. На основе применения данных методов сделан вывод о характере взаимосвязи между рельефом, трещиноватостью, геологическим строением и положением главных нормальных осей напряжения на современном этапе.

Взаимосвязь рельефа и геологического строения

Геоморфологическое дешифрирование космических снимков и цифровой модели рельефа позволило установить общие закономерности пространственного распределения линейных элементов рельефа, характеризующихся двумя доминирующими направлениями простираения – северо-западным и северо-восточным. Эти направления, определяющие рисунок линеаментного поля, отчетливо выделяются на всей площади полуостровов по вытянутости систем озер, спрямленным

участкам небольших рек, ориентировке локальных понижений, отличающихся характером растительного покрова. Сопоставление результатов дешифрирования с данными, полученными в ходе геологического картирования, указывает на прямое соответствие значительного числа линеаментов и крупных дизъюнктивных структур (сброс Карпинского, Майнаволоцкий надвиг и др.). Зоны интенсивного кливажирования протяженностью в первые километры проявлены в современном рельефе и образуют две устойчивые системы северо-западного и северо-восточного простираения, в то время как остальные направления являются статистически менее значимыми (рис. 1). Выделенные по геологическим данным Н.О. Сорохтиным и его коллегами (2012) блоки проявляются в рельефе как области, различающиеся по плотности линеаментов (рис. 2).

Отражение трещиноватости в современном рельефе

О непосредственной взаимосвязи современного рельефа и трещиноватости свидетельствует соответствие доминирующих ориентировок трещин общим закономерностям рисунка линеаментного

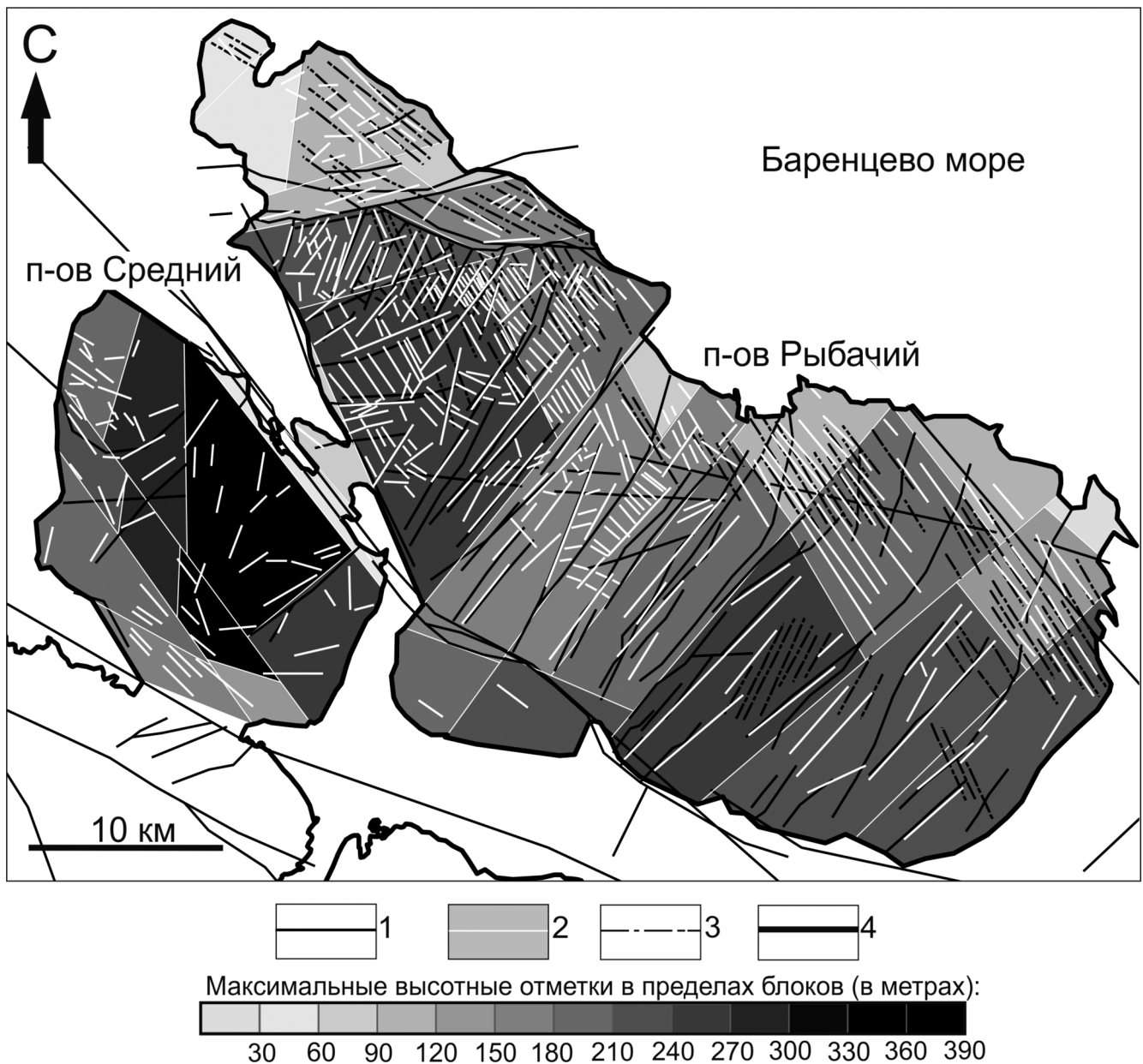


Рис. 1. Геоморфологическая схема полуостровов Рыбачий и Средний (с использованием данных (Сорохтин и др., 2012; Roberts, Karuz, 1995)): 1 – разрывные нарушения; 2 – линейные элементы рельефа; 3 – зоны кливажирования; 4 – контуры береговой линии

поля вблизи точек замера. Обобщение результатов статистической обработки более 1500 трещин показывает, что последние простираются преимущественно в тех же двух направлениях, что и линейные элементы рельефа (рис. 3). Вдоль наиболее протяженных линейментов северо-восточной системы ориентированы контуры участков аномально высоких содержаний метана и пропана, что позволяет рассматривать их как области повышенной трещиноватости, дробной нарушенности пород, с которыми связана разгрузка флюидных потоков (Сорохтин и др., 2011).

С помощью метода П.Н. Николаева (1992) в каждой из опорных точек наблюдения, расположение которых показано на рис. 2, было определено положение главных нормальных осей сжатия и

растяжения во время формирования трещин. Представляется возможным разделить результаты реконструкции напряженного состояния на два главных кинематических типа: к типу А относятся системы трещин, сформировавшиеся в обстановке северо-восточного субгоризонтального сжатия, а в группу Б объединены трещины, возникшие при северо-западном сжатии (рис. 4). При этом трещины группы А расположены южнее шовной зоны Тролльфьорд-Рыбачий-Канин, в то время как замеры трещин группы Б проводились севернее этой зоны. Согласно схеме блоковой делимости прибрежной зоны северо-восточной части Балтийского щита, составленной Н.О. Сорохтиным и его коллегами (2012), область распространения трещин, сформировавшихся при северо-западном сжатии, соответ-

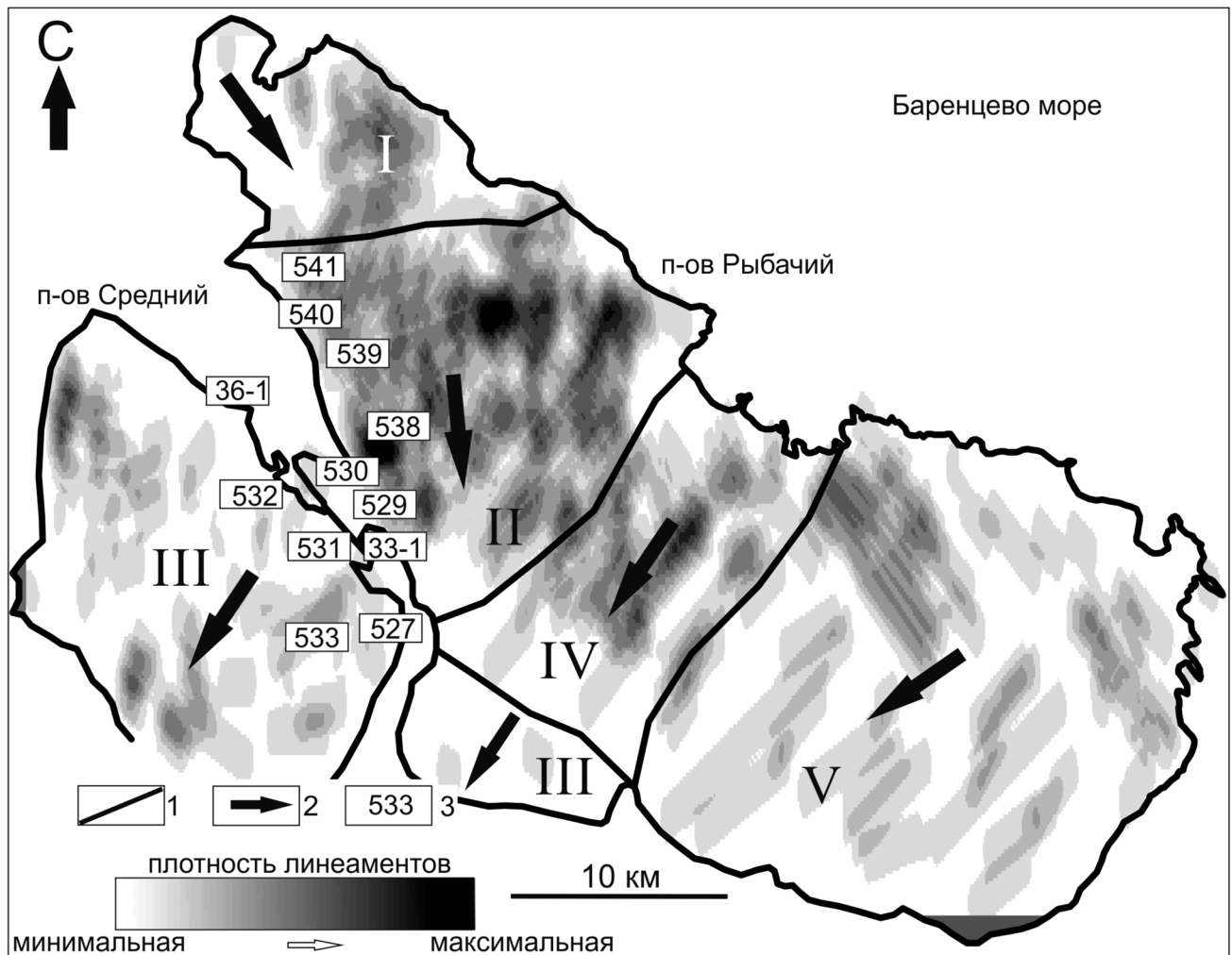


Рис. 2. Карта распределения плотности линейментов (с использованием данных (Сорохтин и др., 2012)): 1 – границы блоков; 2 – направления перемещений блоков; 3 – опорные точки наблюдения. Римскими цифрами обозначены номера блоков

ствуется блоку, испытывавшему перемещения в юго-восточном направлении. Трещины, образовавшиеся в обстановке северо-восточного сжатия, расположены в пределах блока, смещавшегося в юго-западном направлении. Несоответствие положения главных нормальных осей, определенных в точках наблюдения 527 и 538, кинематическим типам А и Б может быть обусловлено перераспределением напряжений в зонах динамического влияния разрывных нарушений субширотного простирания, расположенных в непосредственной близости от них. Применение методов структурного анализа при детальном картировании показало, что в течение рифейской деформационной эволюции ось сжатия на ранней кинематической стадии простиралась в северо-восточных, а на поздней стадии – в северо-западных румбах (Морозов и др., 2016) (рис. 5). Таким образом, установленные методом П.Н. Николаева ориентировки осей максимального сжатия коррелируют с расположением осей сжатия на рифейском этапе, а также хорошо согласуются с доминирующими направлениями простирания зон кливажирования (Roberts, Karpuz, 1995), линейных

элементов рельефа и данными о перемещениях разделенных крупными разрывными нарушениями блоков.

Компьютерное моделирование

Компьютерное моделирование, выполненное с помощью программы «Rohag», позволило выделить участки наиболее вероятного образования на современном этапе новых трещин. В качестве исходных материалов использовалась цифровая модель рельефа, информация о распределении разрывных нарушений (Сорохтин и др., 2011) и о современном напряженном состоянии. Судя по решению фокального механизма одного из очагов землетрясений магнитудой 4,5, связанного со сбросом Карпинского, ось максимального сжатия на современном этапе занимает субгоризонтальное положение и ориентирована по азимуту 30–40° (Wahlstrom, Assinovskaya, 1998), параллельно одному из доминирующих направлений простирания линейментов. Выявленные благодаря компьютерному моделированию максимумы трещиноватости, соответствующие современному напряженному состоянию,

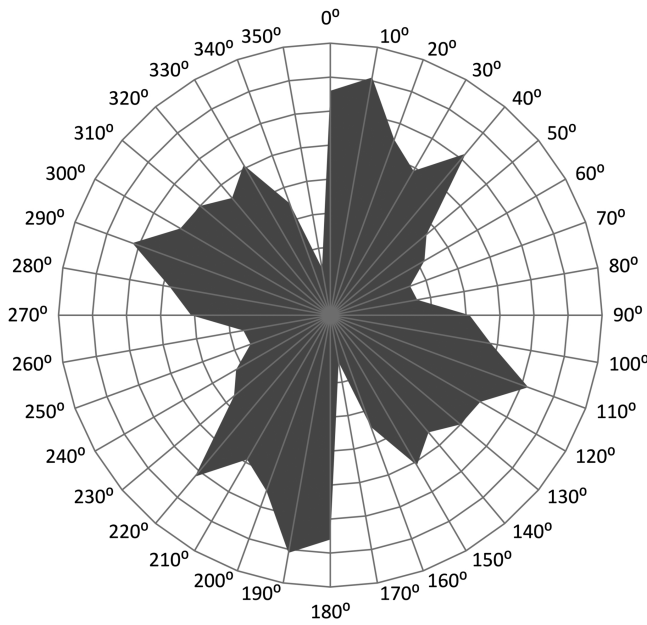


Рис. 3. Роза-диаграмма, характеризующая ориентировку трещин, зафиксированных на уровне обнажений в опорных точках наблюдения

вытянуты в тех же направлениях, что и линейные элементы рельефа. При этом самый значительный по площади максимум расположен в западной части полуострова Рыбачий, для которой характерны наиболее высокие значения плотности линейных элементов. Границы разновысотных блоков достаточно хорошо выражены на карте трещиноватости как линейные участки пониженных значений этого параметра, разделяющие локальные максимумы

Рис. 4. Положение главных нормальных осей напряжения, определенных в опорных точках методом П.Н. Николаева (верхняя полусфера): 1 – область сжатия; 2 – область растяжения; 3 – ось максимального сжатия; 4 – промежуточная ось; 5 – ось максимального растяжения; 6 – номер точки наблюдения. Заглавными буквами обозначены две кинематические группы трещин

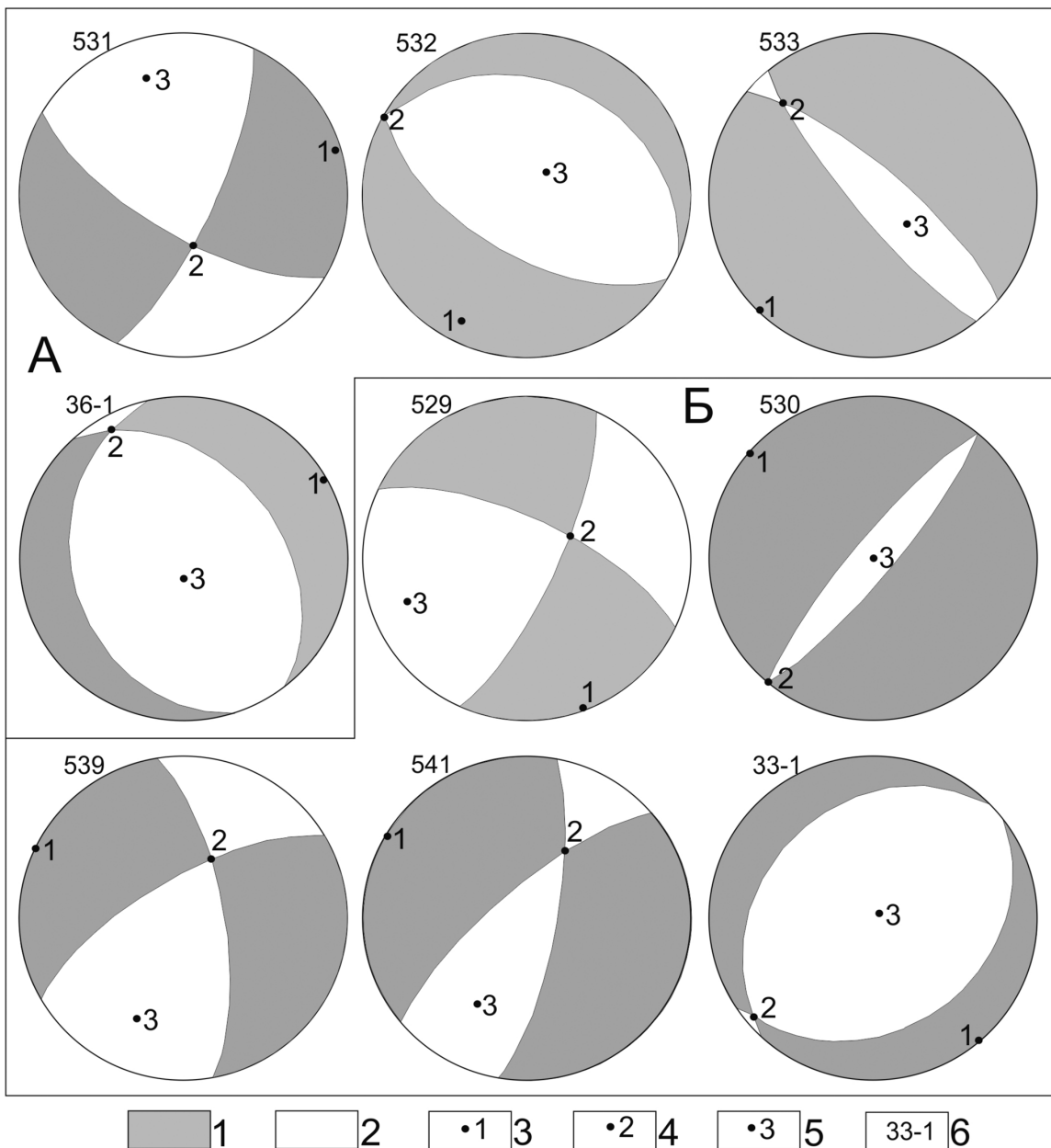
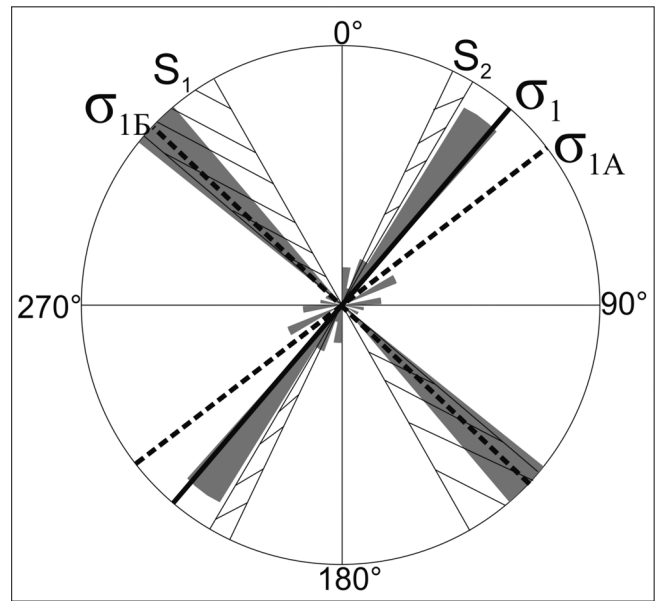


Рис. 5. Роза-диаграмма, иллюстрирующая ориентировку линейных элементов рельефа с учетом их протяженности (показаны серым), зон кливажирования двух генераций (S_1 и S_2), по данным (Roberts, Karuz, 1995), оси максимального сжатия на современном этапе (σ_1), по данным (Wahlstrom, Assinovskaya, 1998), и во время формирования трещин групп А и Б (σ_{1A} и σ_{1B})



(рис. 6). Кроме того, рассчитанные с помощью программы «Roxag» азимуты простирания линейных структур рельефа, направления максимальной кривизны дневной поверхности и максимальной проницаемости хорошо коррелируют с общими закономерностями пространственного рисунка линейного поля, отраженными на блоковой геоморфологической схеме (рис. 1).

Обобщая результаты компьютерного моделирования, можно сделать вывод о том, что благодаря этому методу удалось показать влияние одного из главных параметров современных тектонических процессов – ориентировки осей главных нормальных осей напряжения на рельеф дневной поверхности.

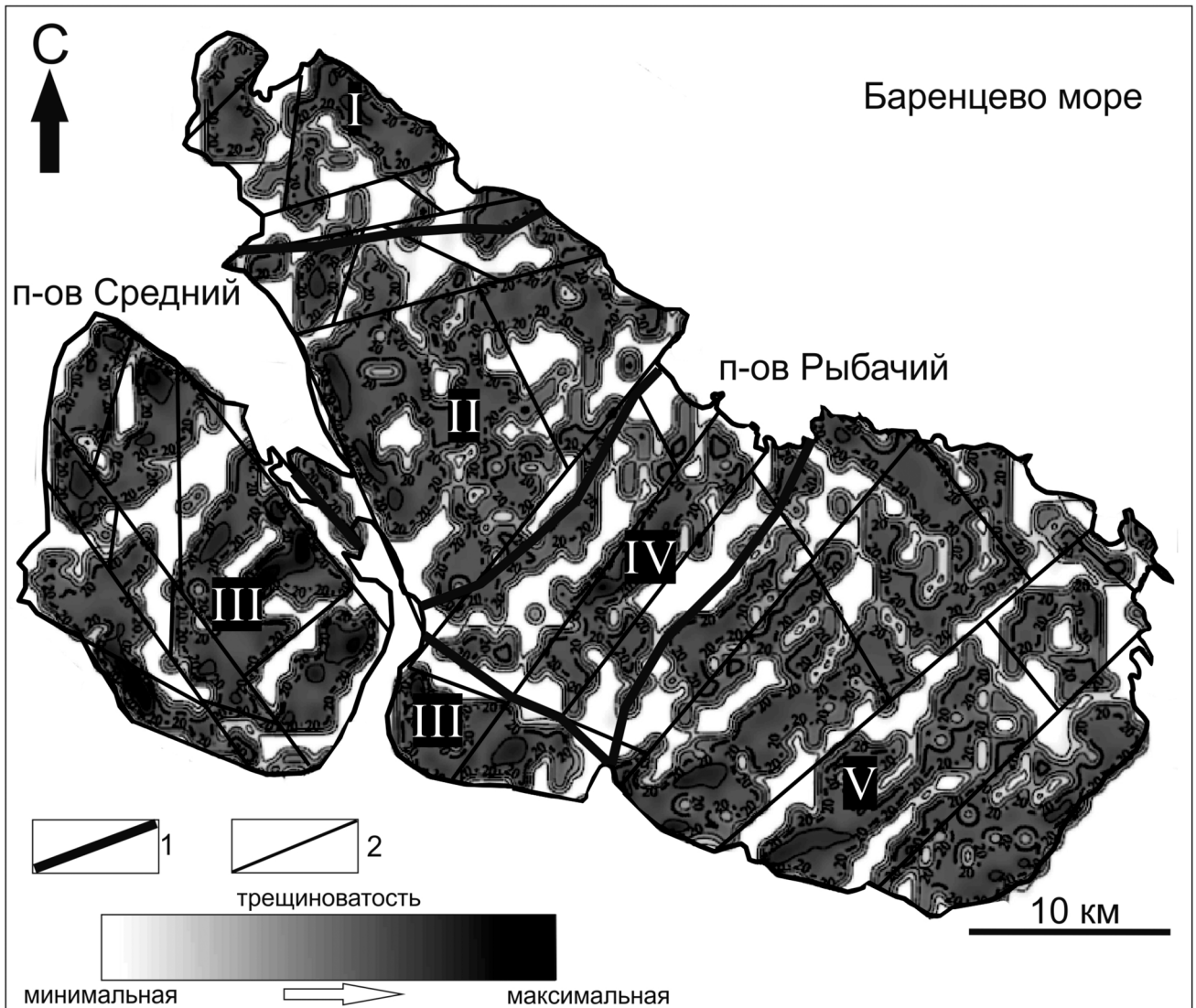


Рис. 6. Карта трещиноватости, составленная с помощью программы «Roxag»: 1 – границы блоков, выделенных Н.О. Сорохтиным и др. (2012); 2 – границы разновысотных блоков, выделенных с помощью геоморфологического дешифрирования. Римскими цифрами обозначены номера блоков, по (Сорохтин и др., 2012)

Заклучение

Выявленная взаимосвязь между геологическим строением и современным рельефом указывает на унаследованный характер развития последнего, позволяя рассматривать территорию полуостровов Рыбачий и Средний как область проявления но-

вейшей активизации, охватывающей современный этап. Проведенное авторами компьютерное моделирование свидетельствует о том, что в рельефе полуостровов отражаются не только геологические структуры, но и современные геодинамические процессы, воздействующие на фундамент.

ЛИТЕРАТУРА

Морозов Ю.А., Зайцев В.А., Агибалов А.О. Реконструкция кинематики движений и напряженного состояния в зоне взаимодействия Восточно-Европейской и Западно-Арктической плит (на примере конвергентного шва Троллфьорд-Рыбачий-Канин) // Мат-лы IV Тектонофизической конф. 2016. Т. 1. С. 171–175.

Николаев П.Н. Методика тектоно-динамического анализа. М.: Недра, 1992. 295 с.

Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Глазнев В.Н. Прогноз потенциальной нефтегазоносности Баренцевоморского бассейна и развитие ресурсной базы прибрежной зоны Кольского региона // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. 2012. Вып. 2 (6). С. 10–28.

Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Куликов Н.В. и др. Эволюция северо-западной части Тимано-Варангерского нефтегазоносного бассейна // Вестн. Кольского НЦ РАН. 2011. № 3. С. 4–21.

Roberts D., Karpuz M.R. Structural features of the Rybachi and Sredni peninsulas, Northwest Russia, as interpreted from Landsat-TM imagery // Norsk geol. unders. Spec. Publ. 1995. N 7. P. 145–150.

Wahlstrom R., Assinovskaya B. Seismotectonics and lithospheric stresses in the Northern Fennoscandian Shield // Geophysica. 1998. N 34. P. 51–61.

Сведения об авторах: *Агибалов Алексей Олегович* – аспирант каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* agibalo@yandex.ru; *Зайцев Владимир Александрович* – канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотр. каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* v.zaitsev@mail.ru; *Сенцов Алексей Андреевич* – аспирант каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* alekssencov@yandex.ru