

Рельеф и структура рифтовой зоны Срединно-Атлантического хребта между 5° и $7^{\circ}18'$ с.ш.

А. О. Мазарович, С. Ю. Соколов, Н. Н. Турко, К. О. Добролюбова

Геологический институт РАН

Аннотация. Анализируются особенности строения малоизученного сегмента Срединно-Атлантического хребта между 5° и $7^{\circ}18'$ с.ш. Статья иллюстрируется батиметрическими картами составленными на основании съемки многолучевым эхолотом Simrad EM12S, а также карты аномалий Буге, крутизны наклонов склонов. Комплексная интерпретация данных позволила установить сложное строение рифтовой зоны, активных частей разломов. Наконец, открыта система сдвигов северо-западного направления.

Введение

Срединно-Атлантический хребет (САХ) между экватором и 15° с.ш. был подробно исследован рядом экспедиций. Значительный вклад в познание строения этой части Атлантического океана внесли российские и российско-итальянские экспедиции на НИС “Академик Николай Страхов”. Вместе с тем, одним из наименее изученных районов оставался район между 5° и $7^{\circ}40'$ с.ш., который будет называться ниже районом разлома Сьерра-Леоне – по единственной форме подводного рельефа, имеющей общепринятое географическое название.

Информация о рельефе района разлома Сьерра-Леоне была основана на редких проходных галсах с однолучевым эхолотом, которые носили не систематический характер [GEBCO..., 1997; General..., 1982; Marine...] (рис. 1). Анализ этих данных показывал, что в этом районе находится граница двух крупных субширотных трансатлантических зон [Мазарович, 2000]: между разломами Зеленого Мыса – $7^{\circ}10'$ с.ш. и $7^{\circ}10'$ с.ш. – Сан-Паулу. Первая отличается короткими рифтовыми долинами, которые смешены большим количеством трансформных разломов (Архангельского, Вернадского, Долдрамс и др.) на значительные расстояния. Вторая имеет протяженную рифтовую зону, восточнее и западнее которой располагаются выровненные плато с большими

мощностями осадочного чехла. Трансформные разломы здесь немногочислены и наиболее хорошо выражен разлом Страхова (4° с.ш.) [Экваториальный..., 1997].

В непосредственной близости от района разлома Сьерра-Леоне проходили 6, 9 ($8^{\circ}50'$ – $7^{\circ}15'$ с.ш.) [Строение..., 1991] и 12 (южнее 5° с.ш.) [Экваториальный..., 1997] рейсов НИС “Академик Николай Страхов” (см. рис. 2). Здесь проводилось многолучевое эхолотирование, магнитометрия, драгирование и непрерывное сейсмическое профилирование (НСП) как на полигонах, так и по системе субмеридиональных галсов.

Ценную информацию о строении района разлома Сьерра-Леоне содержат данные спутниковой альтиметрии [Sandwell and Smith, 1997; Smith and Sandwell, 1997]. Они свидетельствуют о том, что между 5° и $7^{\circ}18'$ с.ш. располагается (рис. 3) трансформный разлом на $7^{\circ}10'$ с.ш., рифтовая зона, а также несколько зон нарушений (“discontinuity”), которые в дальнейшем будут именоваться разрывами. Севернее, субпараллельно описанным формам рельефа, протягивается (с юга на север): желоб вдоль $7^{\circ}24'$ – $7^{\circ}30'$ с.ш., хребет $7^{\circ}36'$ с.ш., с предполагаемым рифтом между $34^{\circ}36'$ и $34^{\circ}48'$ з.д., и, наконец, желоб разлома Вернадского примерно на $7^{\circ}45'$ с.ш. Рифтовая долина имеет в плане извилистую форму с предполагаемыми глубинами 3400–4800 м. К югу от $5^{\circ}36'$ с.ш. она протягивается в субмеридиональном направлении, вплоть до разлома Страхова (4° с.ш.). Между $6^{\circ}10'$ и $6^{\circ}12'$ с.ш. долина резко отклоняется к западу с общим смещением более чем 120 км. Внутреннее строение рифтовой долины осложняется двумя крупными горами изометричной формы ($6^{\circ}12'$ с.ш., $33^{\circ}27'$ з.д. и $5^{\circ}42'$ с.ш., $32^{\circ}48'$ з.д.). К анализу “предсказанной топографии” мы вернемся в конце статьи еще раз.

В районе района разлома Сьерра-Леоне отмечен пони-

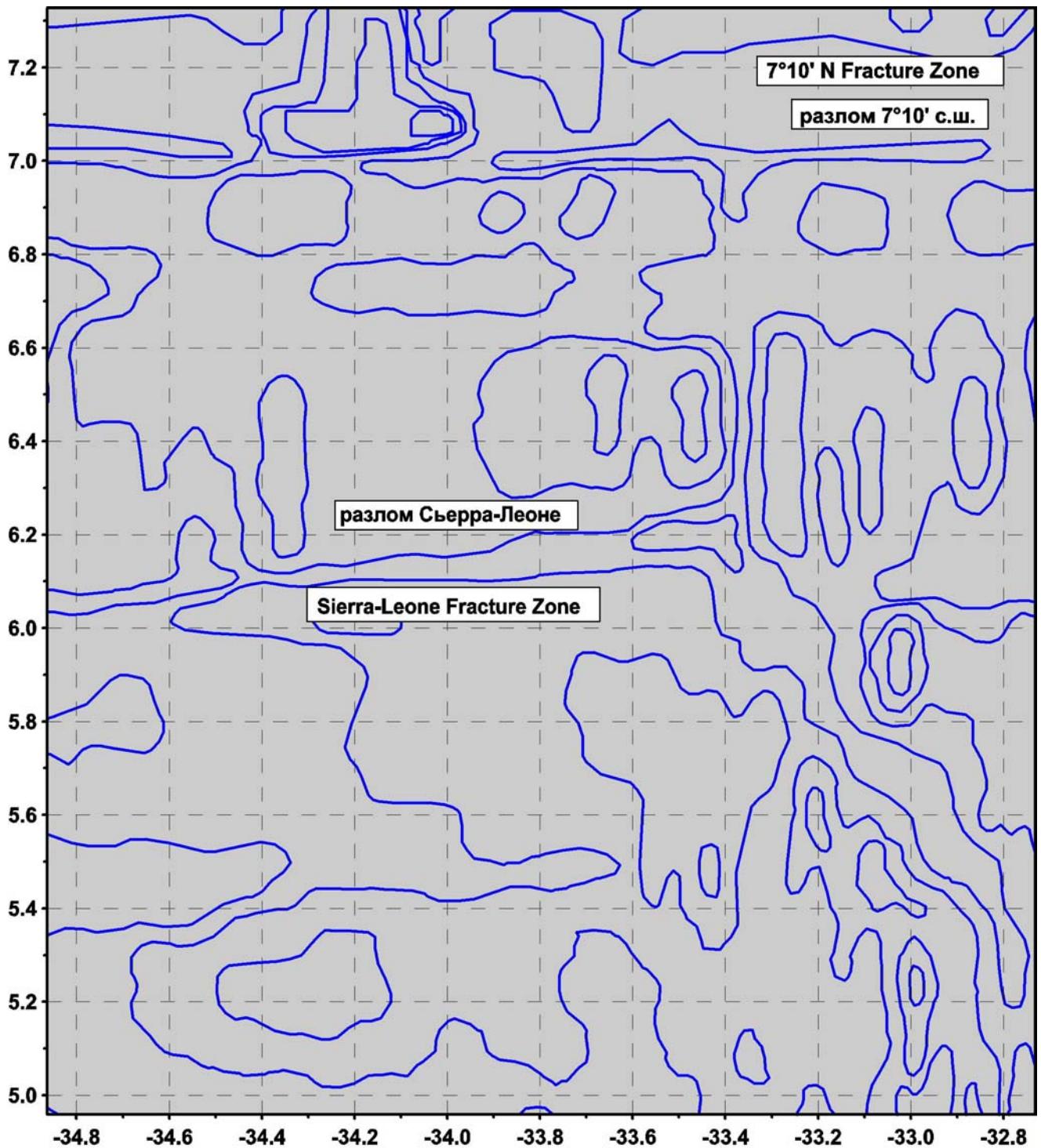


Рис. 1. Батиметрическая карта Срединно-Атлантического хребта между 5° и $7^{\circ}30'$ с.ш. [GEBCO..., 1997; General..., 1982]. Здесь и далее значения широты и долготы приведены в градусах с десятичной долей.

женный фон сейсмичности [CNSS..., 1997] (см. рис. 3). Представление о породах, слагающих эту часть САХ, основывалось ранее только на результатах драгирования, проведенного в 1968 г. [Bonatti *et al.*, 1968]. Эти исследо-

вания показали значительную тектонизацию пород ультраосновного состава.

Таким образом, сегмент САХ между 5° и $7^{\circ}18'$ с.ш. был практически не изучен. Вся информация о нем ба-

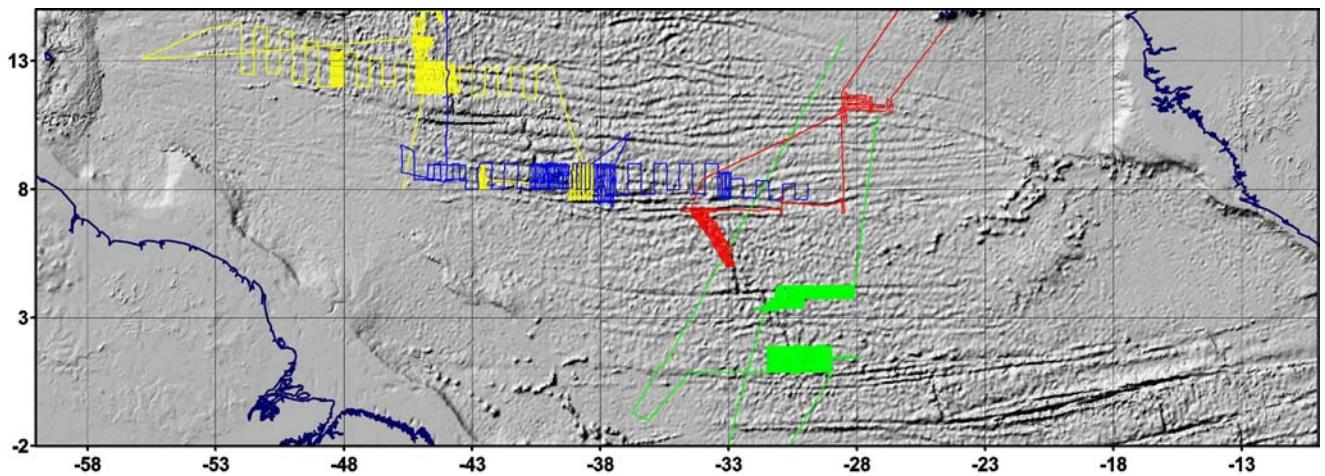


Рис. 2. Районы работ 6-го (желтый), 9-го (синий), 12-го (зеленый) и 22-го (красный) рейсов НИС “Академик Николай Страхов”. Картографическая основа – предсказанная топография [Smith and Sandwell, 1997].

зировалась на данных устаревших ныне эхолотах и навигационных системах, трех точках опробования пород и спутниковых наблюдениях.

Все вышеизложенные обстоятельства послужили основанием для проведения в указанном сегменте (см. рис. 1, 2), в июне 2000 г., 22-ого рейса на НИС “Академик Николай Страхов” (начальник рейса – А. А. Пейве, научный руководитель – академик Ю. М. Пущаровский). Идея постановки работ принадлежит д.г.-м.н. А. О. Мазаровичу. Батиметрическая съемка дна проводилась с применением многолучевого эхолота SIMRAD EM12S под руководством Н. Н. Турко и А. О. Мазаровича. Обработка первичных батиметрических данных осуществлялась Н. Н. Турко, К. О. Добролюбовой и С. Ю. Соколовым

(ГИН РАН). Помимо этого, в сборе данных принимали участие: А. А. Пейве, С. Г. Сколотнев, Ю. Н. Разницин (ГИН РАН) и сотрудники Института морской геологии (Италия, Болонья) – М. Лиджи, Д. Пенитенти, С. Карлуччио, В. Ферранте, А. Блази и А. Киприани. Подчеркнем, что особенно важный вклад в успешное осуществление работ внес профессор Марко Лиджи, который, во время российской части программы рейса, курировал техническое состояние эхолота и навигационной системы GPS, а также проводил измерения скорости звука в воде.

Для оптимального покрытия территории была выбрана северо-западная ориентация галсов (см. рис. 2), т.к. заранее предполагалось, что полосы захвата лучами эхолота будут изменяться от 5 до 11 км. Общая протяженность

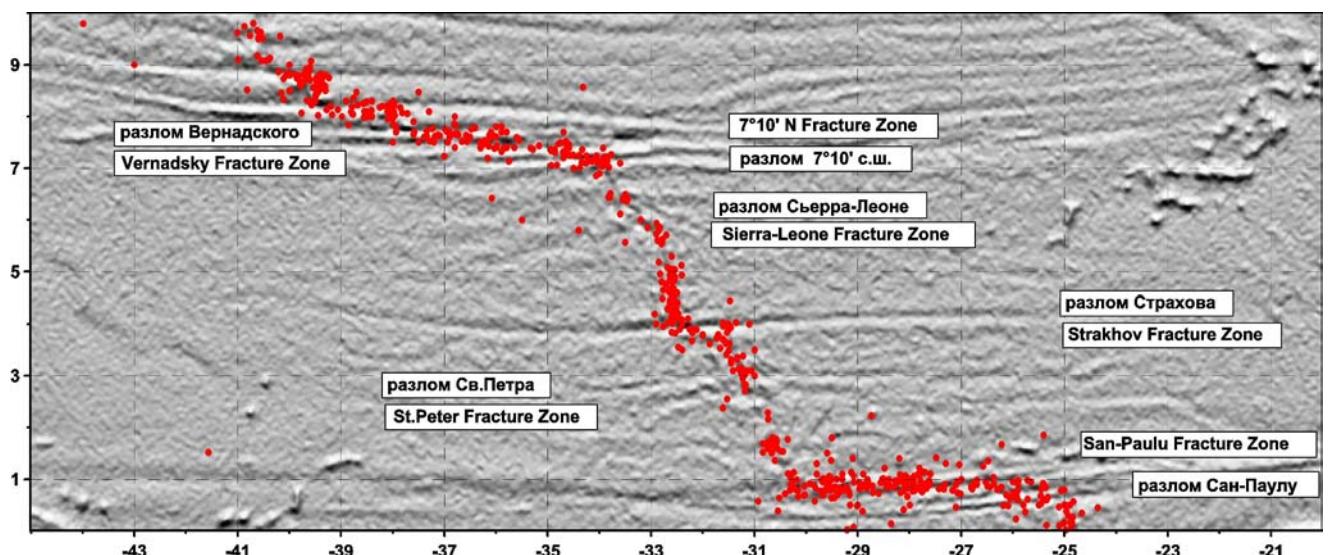


Рис. 3. Распределение эпицентров землетрясений [CNSS..., 1997] в приэкваториальной части Атлантического океана. Картографическая основа – предсказанная топография [Smith and Sandwell, 1997].

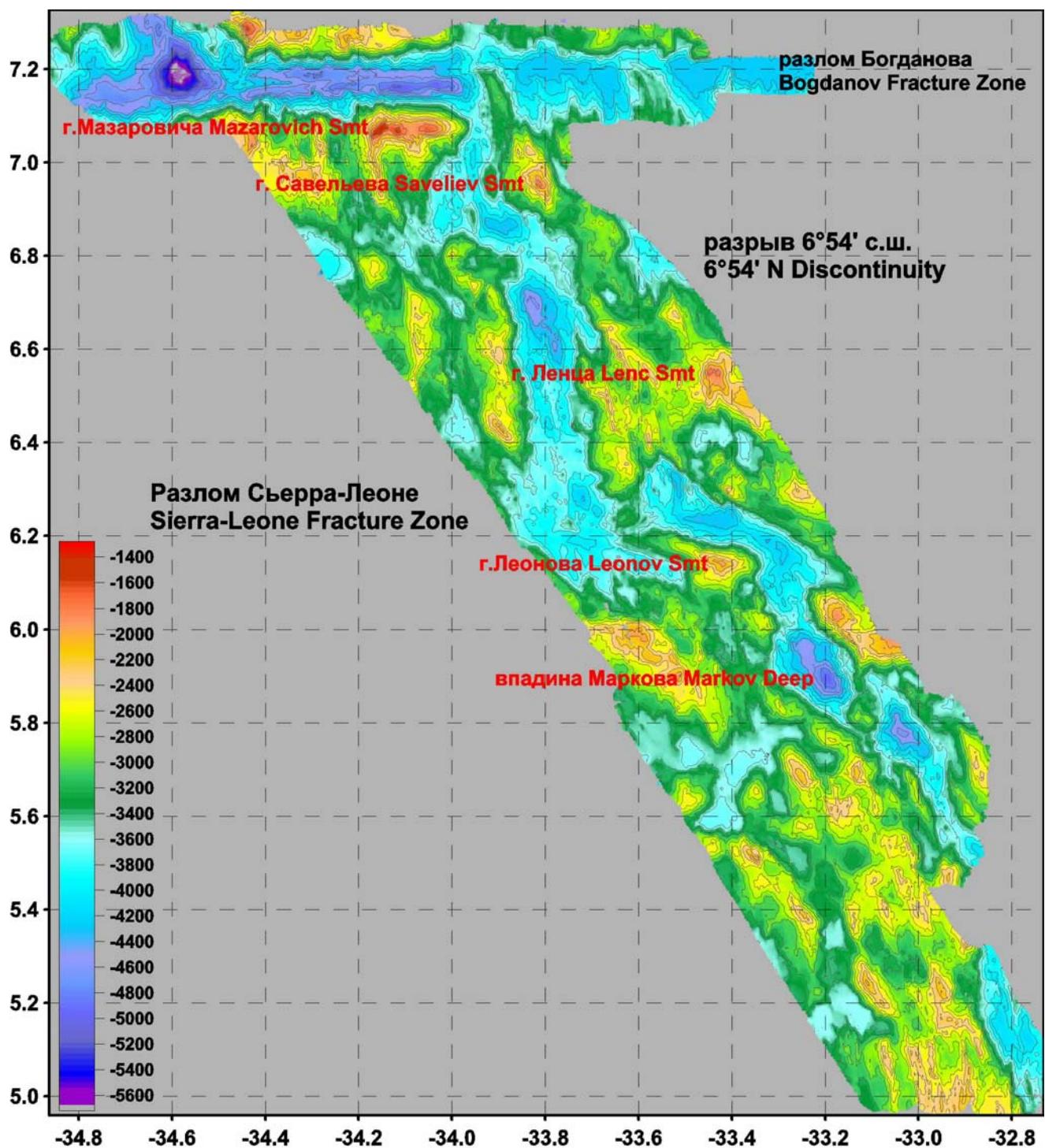


Рис. 4. Батиметрическая карта района Сьерра-Леоне. Сечение рельефа через 200 м.

закартированной территории (рис. 4) с северо-запада на юго-восток превышает 300 км, с востока на запад составляет порядка 65 км.

Прежде чем приступить к анализу строения района разлома Сьерра-Леоне, необходимо сделать некоторые замечания о положении самого разлома и терминологии.

Согласно карте, опубликованной в геолого-геофизическом атласе Атлантического океана [Международный..., 1989–1990, с. 34–35], такое название имеет трог на $7^{\circ}20'$ с.ш., южнее которого на 7° с.ш. расположен небольшой разлом без названия. Однако на орографической схеме (там же, стр. 32), разлом Сьерра-Леоне располагается

на 5° с.ш. На листе Генеральной батиметрической карты 5.08 [General..., 1982], которая признается официальным источником положения форм подводного рельефа с географическими названиями, разлом показан на $6^{\circ}10'$ с.ш. Согласно справочнику названий форм подводного рельефа, разлом Сьерра-Леоне располагается в квадрате с координатами $6^{\circ}00'$ с.ш.– $37^{\circ}00'$ з.д. и $7^{\circ}00'$ с.ш.– $27^{\circ}00'$ з.д. [Агапова и др., 1993, с. 125]. Точно такие же координаты указываются в газеттирах [Gazetteer of undersea..., 1997; Gazetteer of geographical..., 2001]. В связи с высказанным, термин “разлом Сьерра-Леоне” относится к нарушению с малым смещением, которое расположено примерно на $6^{\circ}00'$ с.ш. В конце статьи мы еще раз вернемся к вопросу о положении этого трансформного нарушения.

Разлому на $7^{\circ}10'$ с.ш. предлагается присвоить название “разлом Богданова” – в честь крупного советского тектониста Алексея Алексеевича Богданова (подробнее – http://atlantic.tv-sign.ru/names/russian/names_g.html). Это предложение, а также ряд других, о которых будет сообщено ниже, были оформлены соответствующим образом и направлены в Подкомитет ГЕБКО по названиям и номенклатуре для утверждения.

В работе обсуждаются области, которые в англоязычной литературе определяются как “ridge-transform intersection” (например – [Karson and Dick, 1983]), а также “discontinuity”. Первая, в дословном переводе, обозначает “область пересечения рифта и трансформа (трансформного разлома)”. Однако, как правило, рифт не пересекает трансформный разлом и в отечественной литературе применяются такие понятия как: “зона сочленения трансформа с рифтовой долиной” [Строение..., 1991], “сочленение трансформных разломов с рифтами” [Казьмин, Борисова, 1992], “соединение рифтовых и трансформных депрессий” [Агапова, 1993]. Представляется, что более точным смысловым переводом является словосочетание – “стык рифта и активной части трансформного разлома”). Для краткости в статье будет использоваться термин “стык”.

Для описания разных аномальных зон в пределах осевой части хребта применяется термин “discontinuity” [Macdonald et al., 1987]. По смыслу – это области нарушения или обрывов простираций рифтовых гор или рифтовых долин. Прямой перевод на русский язык – разрыв. Именно этот термин и будет ниже использоваться.

Рельеф рифта между 5° и $7^{\circ}10'$ с.ш.

Съемка дна многолучевым эхолотом со 100% покрытием территории подтвердила данные предсказанной топографии о том, что между 5° и $7^{\circ}10'$ с.ш. располагается (рис. 4) хорошо выраженная рифтовая долина, которая неоднократно меняет свое простижение, трансформный разлом на $7^{\circ}10'$ с.ш., а также несколько зон разрывов.

Активная часть разлома Богданова ($7^{\circ}10'$ с.ш.) (рис. 5) имеет протяженность порядка 60 км ($34^{\circ}38'$ – $33^{\circ}56'$ з.д.). Она представляет собой желоб шириной 7–7,5 км, дно которого расположено на глубинах более 4000 м. В активной части разлома осадки отсутствуют. Примерно вдоль

ее оси протягивается узкий эшелонированный медианный хребет, высотой от 150 до 200 м. С севера трог обрамляется узким хребтом, южные склоны которого имеют уклоны (рис. 6) от 20 до 45° , в некоторых местах и более. В западной части разлома установлена изометрическая нодальная впадина с максимальной глубиной 5512 м. Восточная нодальная впадина представляет собой субширотную депрессию, протяженностью 35–40 км, шириной от 4 до 10 км с максимальной отметкой глубины 5002 м. Она ограничена крутыми (углы – 15 и более градусов) склонами.

От разлома Богданова и вплоть до разлома Страхова (см. рис. 4) осевая часть САХ делится на следующие сегменты (с севера на юг): $6^{\circ}54'$ – $7^{\circ}10'$ с.ш., $6^{\circ}12'$ – $6^{\circ}54'$ с.ш., $6^{\circ}12'$ – $5^{\circ}42'$ с.ш., $5^{\circ}42'$ – $5^{\circ}00'$ с.ш.. Они отличаются рельефом и простирациями основных морфологических элементов.

Сегмент Срединно-Атлантического хребта между разломом Богданова ($7^{\circ}10'$ с.ш.) и зоной разрыва на $6^{\circ}54'$ с.ш.

Стык активной части разлома Богданова и рифтовой долины представляет собой область дна (см. рис. 5), в которой хорошо выделяются внутреннее и внешнее угловые поднятия, нодальная впадина, рифтовая долина и трог разлома.

Рифтовая долина непосредственно к югу от разлома имеет ширину 3,2 км и протягивается вдоль $33^{\circ}54'$ з.д. Западнее располагается внутреннее угловое поднятие (см. рис. 4), которому предлагается присвоить наименование “гора Мазаровича”, в честь основателя Геологического факультета МГУ (подробнее – http://atlantic.tv-sign.ru/names/russian/names_g.html). Угловое поднятие состоит из двух частей: восточной – с субширотной ориентацией и протяженностью около 20 км и западной – с субмеридиональным простиранием.

Восточная часть углового поднятия представляет собой массивную гору, северный склон которой осложнен двумя уступами и имеет минимальную отметку глубины 1635 м. Общая амплитуда рельефа по отношению к дну трога разлома составляет почти 3700 м. Южная граница углового поднятия, судя по ее прямолинейности, имеет разломную природу. Вторая часть представляет собой протяженный хребет субмеридионального простирания. Вблизи разлома он имеет ориентацию 45° , южнее – 5° , затем – 347° и, наконец, 325° . Минимальная отметка глубины – 1307 м. Ширина хребта меняется от 2500 до 3800 м. Восточнее, субпараллельно ему, примерно вдоль $34^{\circ}07'$ з.д., от массивной части углового поднятия отходит второй отрог с шириной порядка 6 км.

Между ними расположена изометричная гора ($6^{\circ}57,7'$ с.ш. и $34^{\circ}06,8'$ з.д.) с диаметром основания около 1900 м. Глубина вершины – 3055 м, основания – на севере 3269 м, на юге – 3393 м. Таким образом, максимальная высота горы, которая может интерпретироваться как вулкан центрального типа, составляет 338 м. На южном склоне

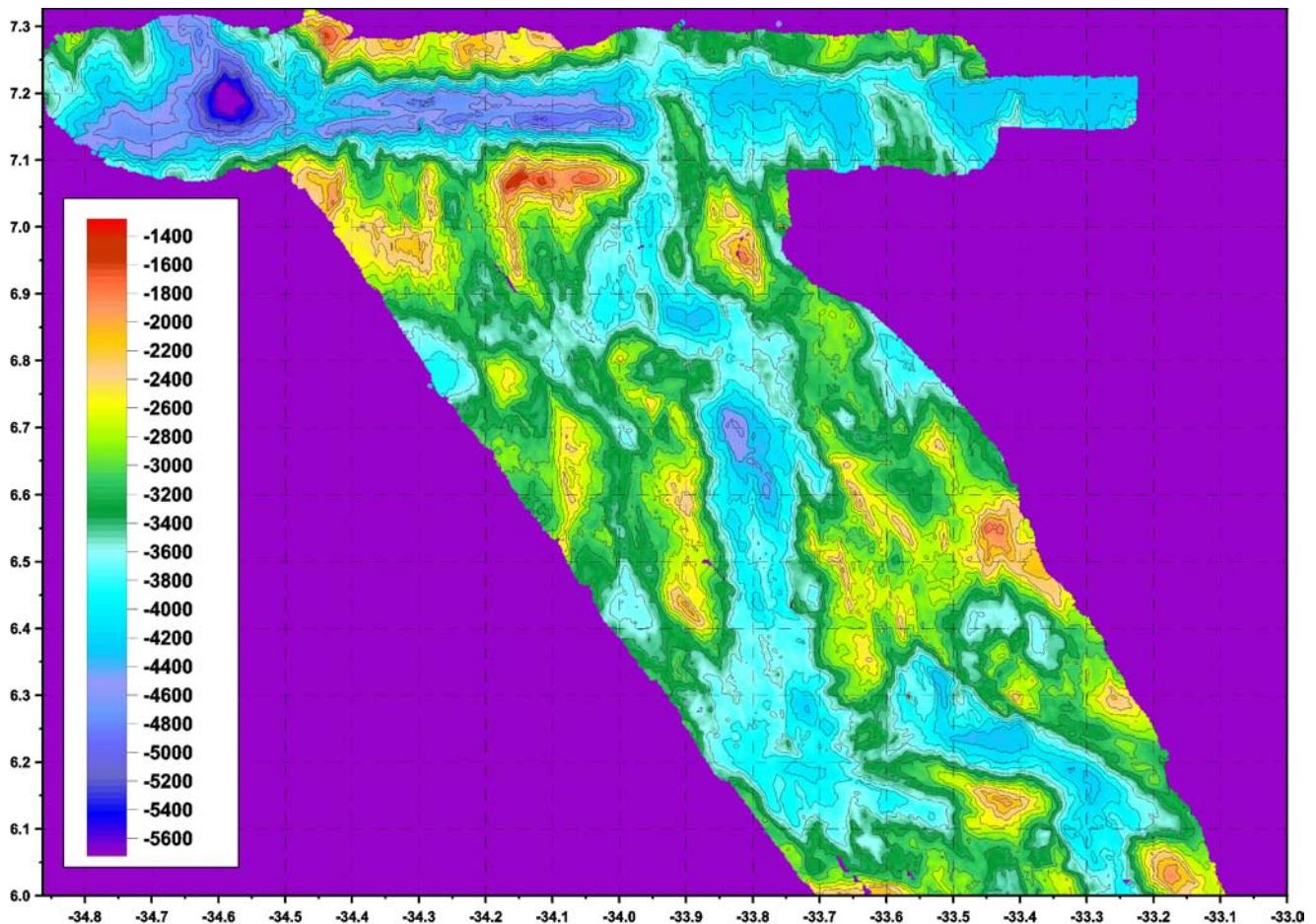


Рис. 5. Батиметрическая карта северной части района Сьерра-Леоне. Сечение рельефа через 200 м.

углового поднятия имеется еще ряд подобных объектов, что свидетельствует о возможности проявления активных вулканических процессов за пределами рифтовой зоны.

Западнее углового поднятия расположен хребет сложной конфигурации. Он представляет собой серию субмеридиональных гряд с минимальными отметками 1793, 2074, 2179, 2074 м, которые отделены от углового поднятия долиной шириной порядка 5 км. Для района характерно также большое количество узких (1–2 км) хребтов (рис. 7), протяженностью до 20 км и высотой до 200 м. Они ориентированы в плане под различными углами и имеют извилистую форму. Возможно, что их формирование связано с интрузивными процессами. Эти хребты повторяют ориентацию цепочек положительных аномалий Буге (см. рис. 8), пересекающих рифтовую зону с севера на юг и смыкающихся с аномалией на $6^{\circ}48'$ с.ш. и $34^{\circ}18'$ з.д.

По резким обрывам хребтов, их изгибам, расположению отдельных гряд и удлиненных впадин здесь можно выделить несколько зон северо-западной ориентации, скорее всего тектонического происхождения. Некоторые

из них выделяются также по гравитационным аномалиям Буге (рис. 8). Поскольку трансформные разломы в 8 случаях из 10 [Соколов, 1999] практически полностью теряют свою выраженность в аномалии Буге по сравнению с аномалиями в свободном воздухе (этот факт свидетельствует о том, что большая часть этих разломов являются коровыми структурами), выраженность разломов северо-западной ориентации в аномалии Буге свидетельствует об их глубине заложения, возможно превышающей мощность коры.

В рифтовой долине выделяются внутририфтовые впадины (наиболее погруженные части рифта) сложной конфигурации и дно с большим количеством отдельных вулканических аппаратов центрального типа (рис. 9). Последние представляют собой округлые в плане горы с диаметром основания до 1200 м и высотой в первые десятки метров. Иногда на дне рифтовой долины выявляются цепи вулканов или протяженные хребты, видимо экструзивного происхождения. От нодальной впадины рифт отделен серией крутых уступов северо-восточного профиля, видимо разломной природы.

Восточнее расположено поднятие внешнего угла (см.

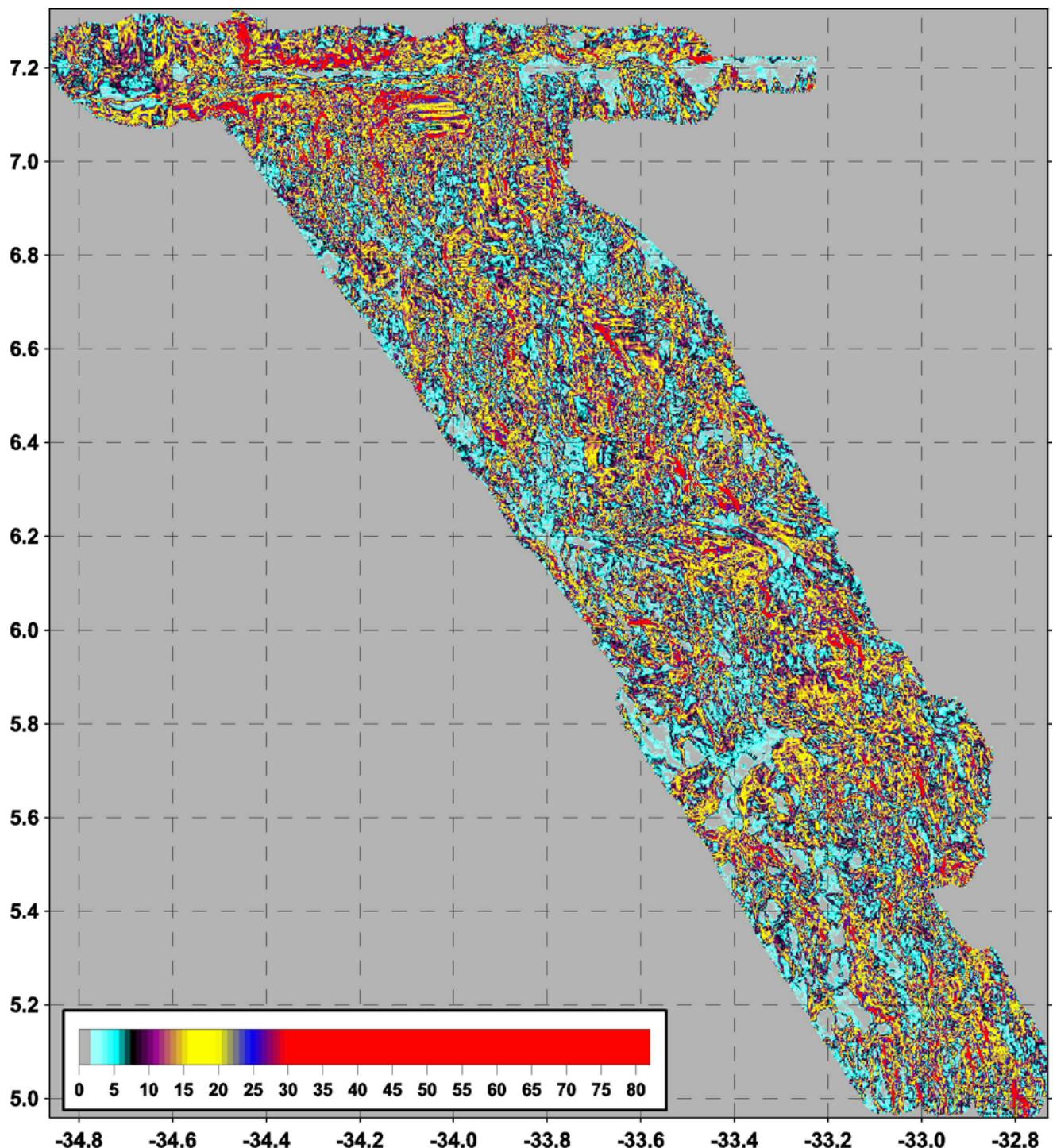


Рис. 6. Карта углов наклонов склонов.

рис. 4, 5), которому предлагается присвоить наименование “гора Савельева”, в честь геолога, сотрудника ГИН РАН (подробнее – http://atlantic.tv-sign.ru/names/russian/names_r.html). Гора вытянута в меридиональном направлении. На ее западном склоне имеется

узкая (300–800 м) долина, которая представляет собой ответвление от основного ствола рифта.

Севернее расположена хребет, протяженностью более 20 км, который перегораживает трог разлома Богданова на $33^{\circ}55'$ з.д. (см. рис. 9). С этой морфоструктурой

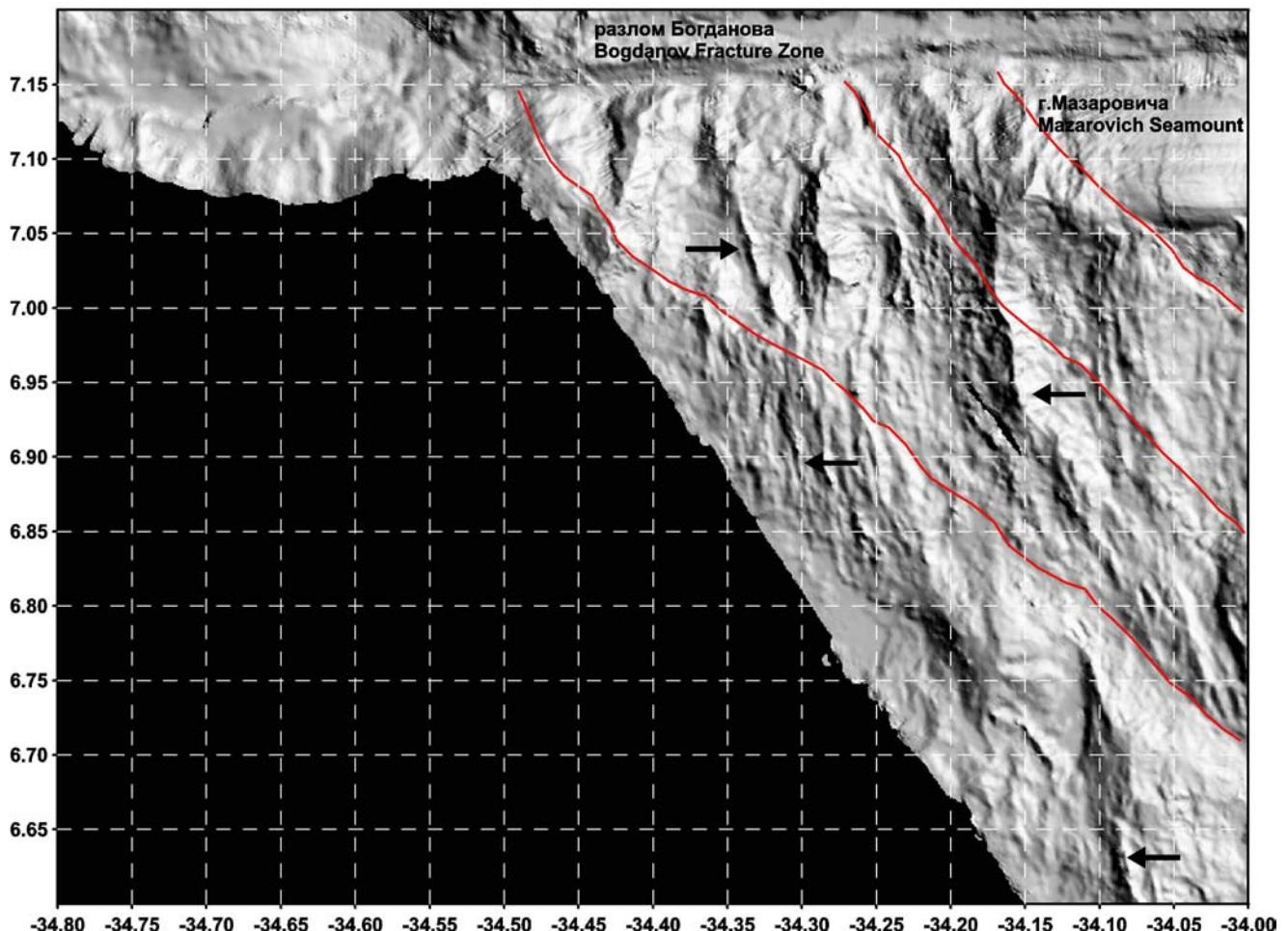


Рис. 7. “Дайки” (показаны стрелками). Красные линии – разломы.

совпадает зона повышенной сейсмичности (см. рис. 9), а также аномальная зона Буге (см. рис. 8). В пределах хребта имеется большое количество вулканов центрального типа, высотой в первые десятки метров. В гребневой части хребта расположен вал, увенчанный тремя вулканами, который видимо соответствует экструзивной зоне. Восточнее (см. рис. 5) расположен ряд хребтов сходного строения, которые также подворачиваются к западу. Судя по морфологическим признакам они имеют сходное происхождение.

Южнее всех вышеописанных морфоструктур расположена субширотная депрессия, которая прослеживается как к востоку, так и к западу от оси рифта и является границей сегмента САХ. Она имеет сложный рельеф (см. рис. 4, 5), здесь развиты склоны с углами в первые градусы (см. рис. 6) и, в целом, отгорожена от рифтовой долины субмеридиональными поднятиями.

Рифтовая долина в области пересечения с разрывом резко меняет свое простиранье на северо-западное и расширяется (рис. 10). Ее удлинение совпадает с описанными выше швами, установленными юго-западнее внешнего углового поднятия.

Сегмент Срединно-Атлантического хребта между 6°54' и 6°12' с.ш.

Эта часть рифтовой долины (см. рис. 10) отделена от более северной крутым, ступенчатым склоном (порог) северо-западного простириания с шириной 7–8 км и протяженностью порядка 6,5 км. Его высота достигает 800 м.

В сегменте установлена впадина протяженностью 40 км, шириной от 8 до 12 км и максимальной глубиной 4800 м. Наиболее погруженная часть располагается на севере, в непосредственной близости от порога. Впадина (простириание – 351°) разделена в центральной и южной частях хребтом (простириание – 356°) на две части. Хребет имеет среднюю ширину 1100–1800 м и высоту 200–300 м. На 6°32' с.ш. хребет расширяется и от него отходит узкий гребень с простирианием 326°. Восточнее протягивается наиболее погруженная часть рифтовой долины, которая представляет собой узкий трог, дважды смещенный в юго-восточном направлении.

Восточный борт впадины представляет собой обрыв высотой 300–400 м. Восточнее его протягивается хребет

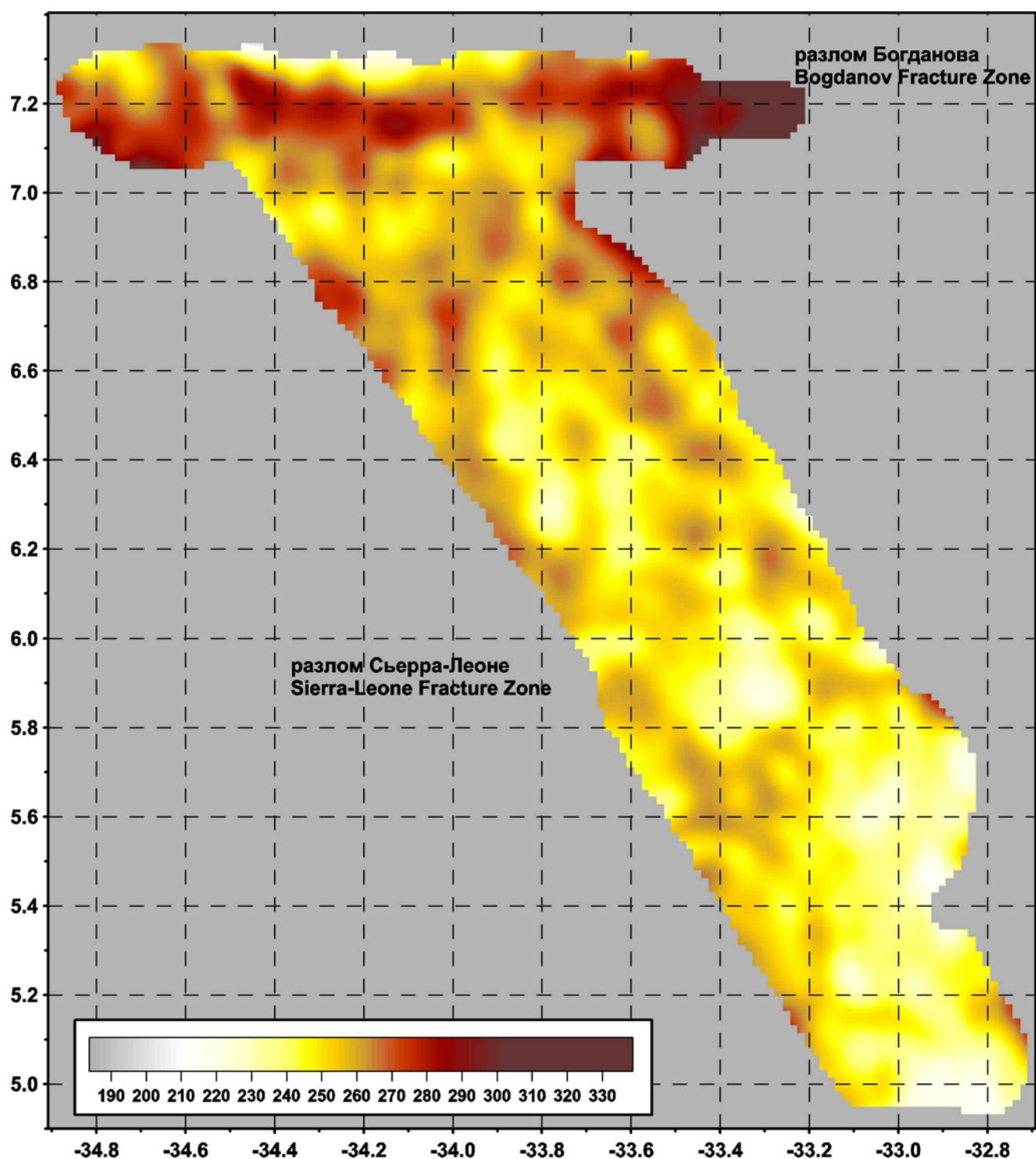


Рис. 8. Гравитационное поле района Сьерра-Леоне (аномалия Буге).

с минимальными глубинами 2144–2300 м, который на $6^{\circ}32'$ с.ш. имеет резкое смещение на расстояние 4600 м. Таким образом, на этой широте можно предполагать разлом, видимо левосдвиговой природы, который протягивается далее на восток и устанавливается по искривлению

двух узких хребтов с минимальными отметками 2151 и 2267 м. Еще восточнее развиты узкие хребты (простирание – 350°) с крутыми западными склонами, южные части которых подворачиваются к юго-западу. Такая структурная ситуация характерна для правосдвиговых сме-

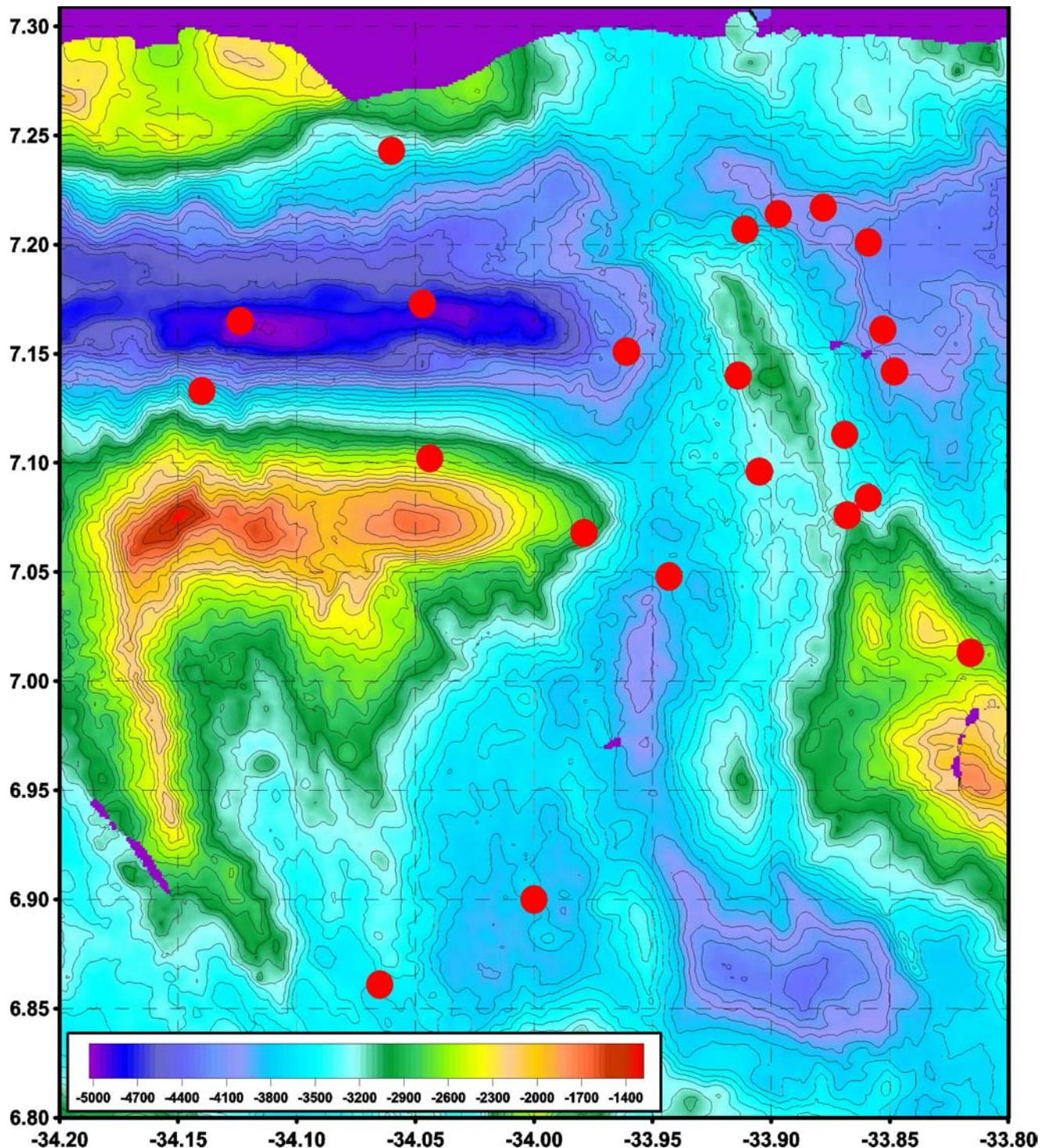


Рис. 9. Батиметрическая карта стыка – рифтовая долина – разлом Богданова. Сечение рельефа через 50 м. Красные точки – эпицентры землетрясений [CNSS..., 1997].

щений. На западном борту рифтовой долины разлом не устанавливается.

Вдоль $33^{\circ}55'$ з.д. располагается хребет протяженностью порядка 54 км и шириной 9 км. Его крутой восточный склон, обращенный к рифтовой долине, имеет высоту порядка 1200 м.

Сегмент Срединно-Атлантического хребта между $6^{\circ}12'$ и $5^{\circ}42'$ с.ш.

Этот сегмент (рис. 11) построен наиболее сложным образом и совпадает с зоной разлома Сьерра-Леоне. Здесь, описанная выше, рифтовая долина расширяется и меняет

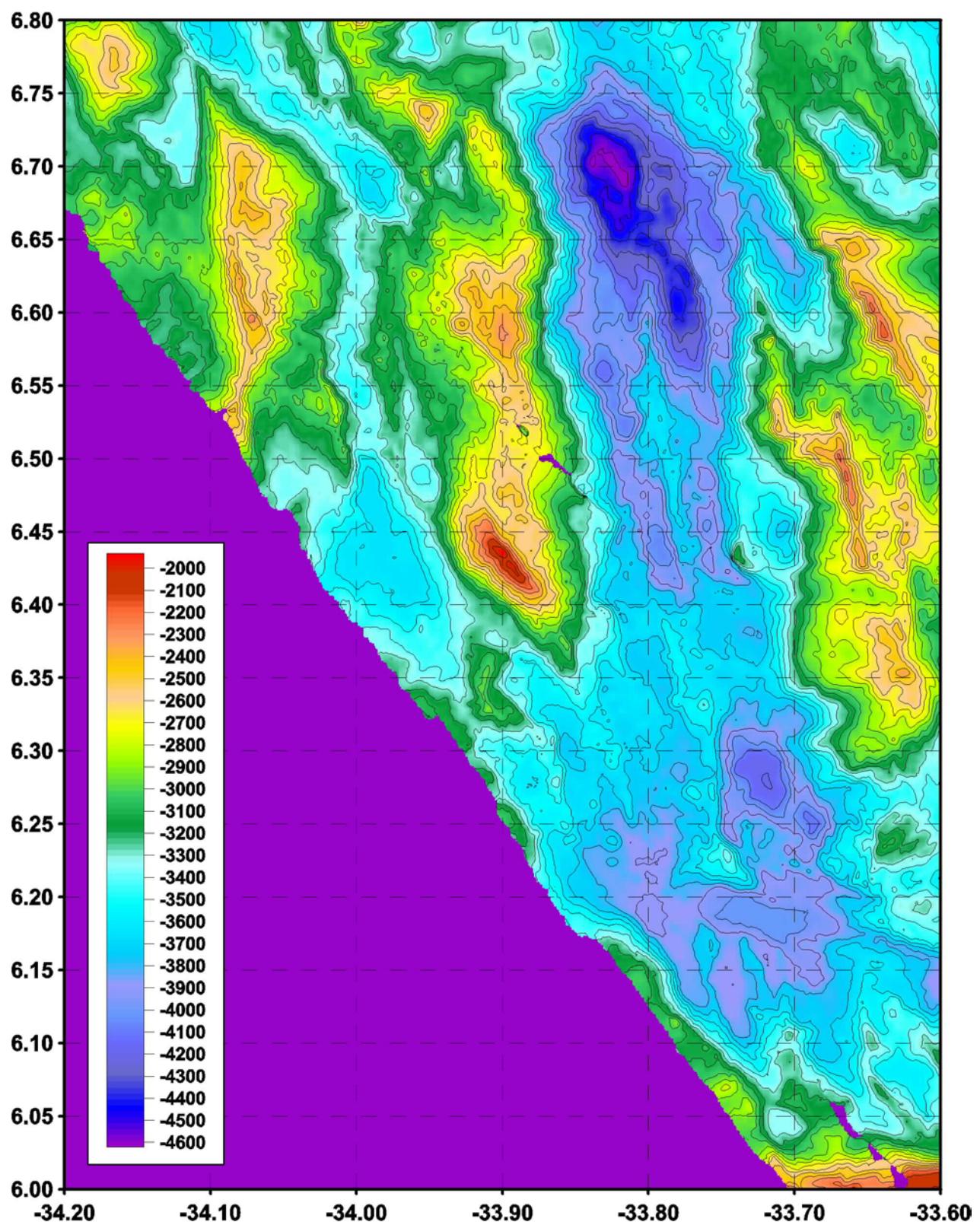


Рис. 10. Батиметрическая карта центральной части района Сьерра-Леоне. Сечение рельефа через 20 м.

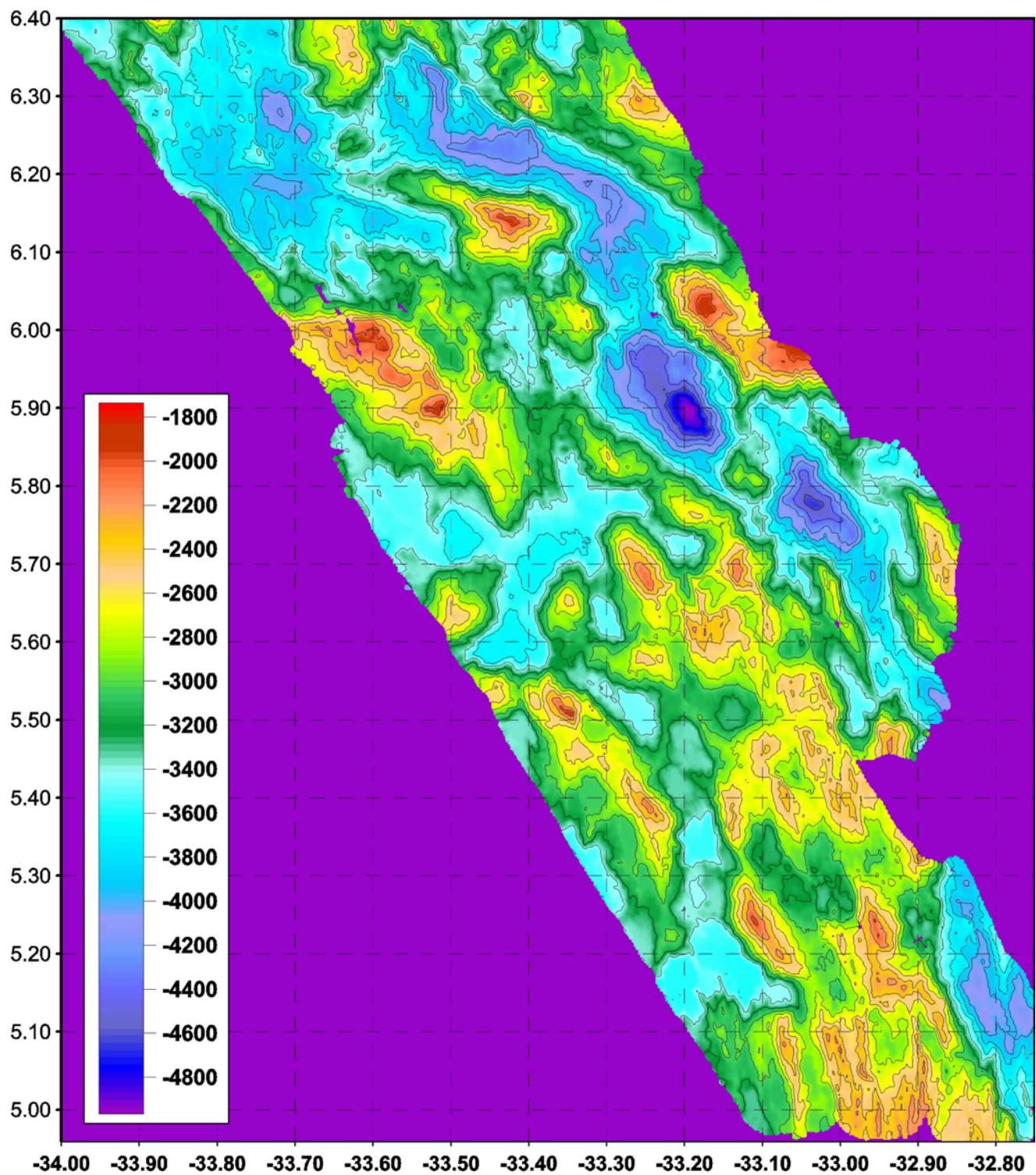


Рис. 11. Батиметрическая карта южной части района Сьерра-Леоне. Сечение рельефа через 20 м.

свое простирание с меридионального на юго-восточное. В ее южной части имеется три отверстия с простирациями 337° , 322° и 328° .

Восточнее расположено поднятие с шириной 1500 м и

высотой порядка 160–170 м и внутририфтовая гора с минимальной глубиной 1902 м. Размах рельефа в этой части рифта составляет 2448 м. Горе предлагается присвоить название “гора Леонова” в честь профессора Геоло-

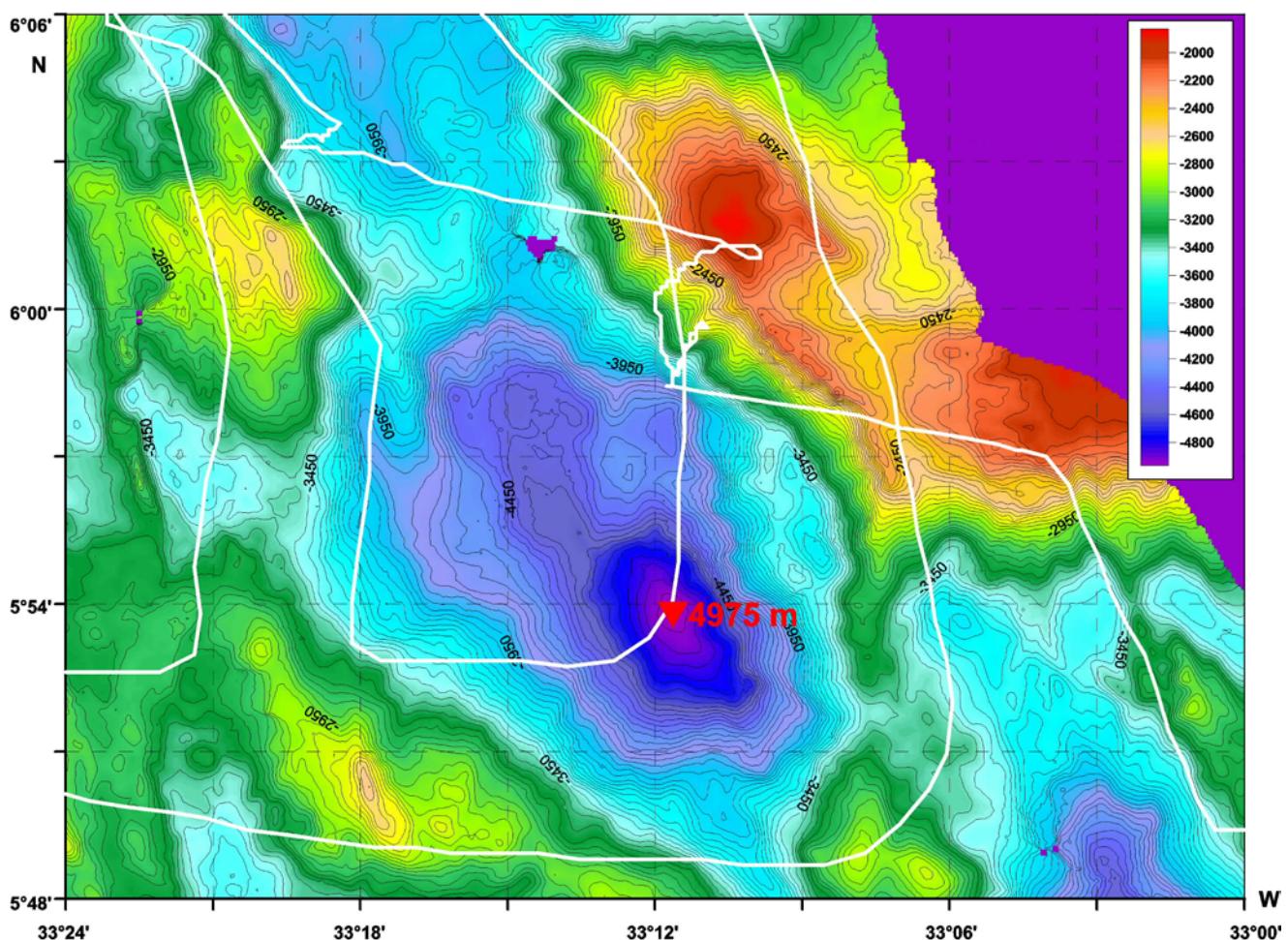


Рис. 12. Батиметрическая карта района впадины Маркова. Сечение рельефа через 20 м.

тического факультета МГУ Георгия Павловича Леонова (подробнее – http://atlantic.tv-sign.ru/names/russian/names_r.html).

Северо-восточнее горы Леонова закартирована впадина протяженностью 15 км и шириной 1700–6300 м. Впадина имеет обрывистые северные и восточные борта, высотой 600–650 м.

Сегмент Срединно-Атлантического хребта между 5°42' и 5°00' с.ш.

Южнее вышеописанной части рифта (см. рис. 11) установлено поднятие внутри рифтовой долины протяженностью 7,5 км при ширине 4700 м. За ним дно рифта резко погружается. Впадина (рис. 12) имеет удлинение по азимуту 327°, протяженность примерно 20 км, ширину от 8 до 11 км. Она ограничена уступами с высотой в 700–800 м. С ее юго-восточной частью связаны аномально большие для осевой части САХ глубины (максимальная – 4975 м). В связи с уникальностью объекта ему предлагаются присвоить название “впадина Маркова” в честь из-

вестного тектониста, сотрудника Геологического института РАН Марка Соломоновича Маркова (подробнее – http://atlantic.tv-sign.ru/names/russian/names_r.html).

С юга впадина Маркова ограничена порогом, имеющим размеры 9×10,3 км. Минимальные отметки здесь составляют 2822 м. В гравитационном поле ему соответствует положительная гравитационная аномалия, сопоставимая с аномалией горы Леонова. За ним находится впадина, северная часть которой имеет изометричные очертания и глубину до 4674 м. К югу она переходит в узкую долину сложной конфигурации, которая расположена между двух субпараллельных узких (2–3 км) хребтов с отметками 2685 и 2641 м.

Наиболее южная часть рифтовой долины (в пределах изученной территории) закартирована только частично (см. рис. 11). Ее западная часть представляет собой вытянутую в меридиональном направлении (347°) депрессию с глубинами 4000–4200 м, разделенную хребтами, видимо, вулканического происхождения с минимальной глубиной 3452 м, которые имеют простижение 343°.

Западнее сегмент ограничен горным массивом, который состоит из серии субпараллельных хребтов, которые в районе 5°00' с.ш. изменяют свое простижение с меридионального на северо-западное.

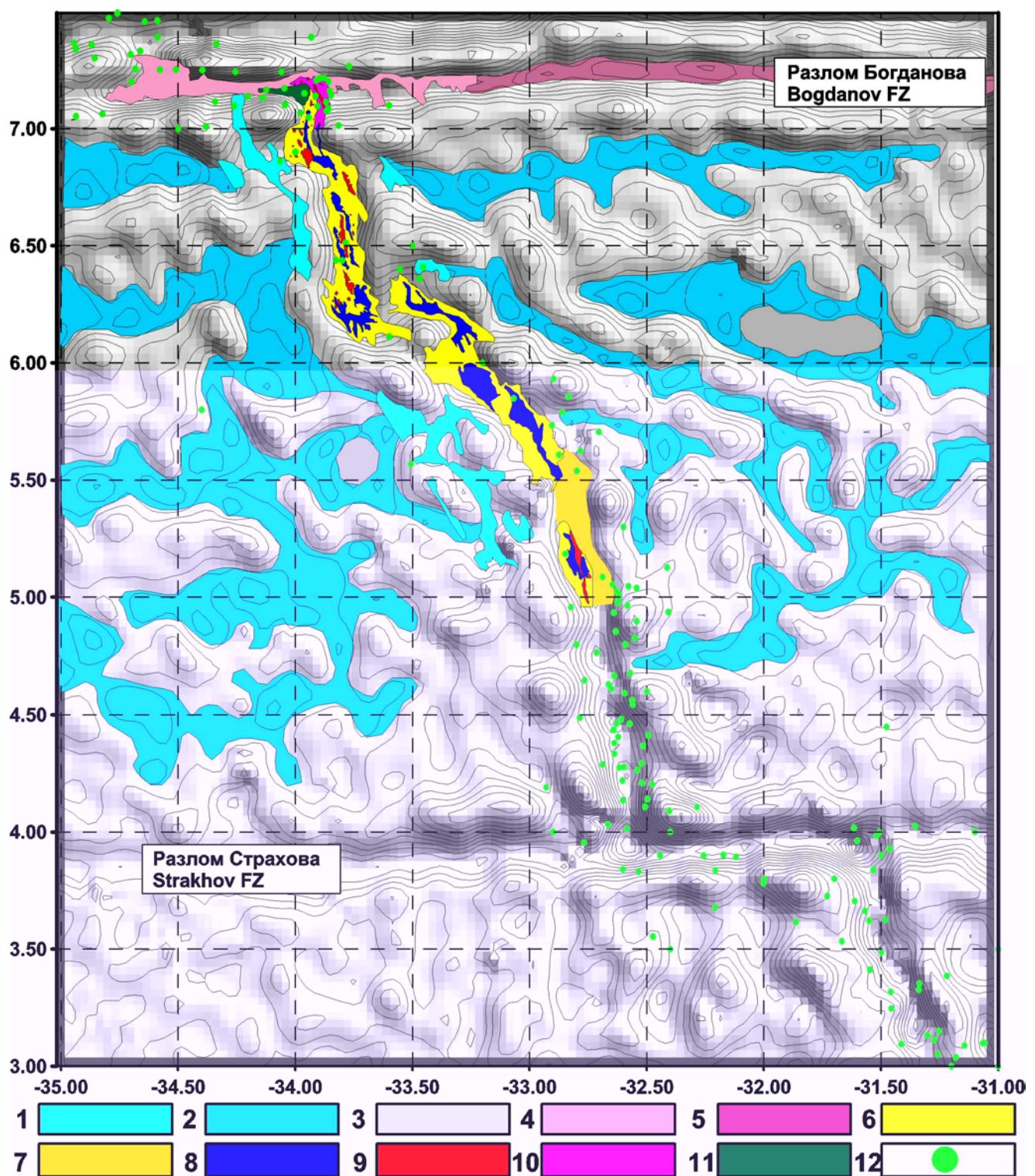


Рис. 13. Тектоническая схема рифтовой зоны в районе разлома Сьерра-Леоне. 1–2 – депрессии дна по данным: 1 – батиметрической съемки, 2 – альтиметрии; 3 – хребты и поднятия; 4–5 – трога разлома Богданова по данным: 4 – батиметрической съемки, 5 – альтиметрии; 6–10 – рифтовая зона: 6–7 – днище рифтовой долины по данным: 6 – батиметрической съемки, 7 – альтиметрии, 8 – внутририфтовые впадины, 9 – неовулканические хребты и вулканические горы, 10 – неовулканический продвигающийся хребет; 11 – дно нодальной впадины; 12 – положение эпицентров землетрясений.

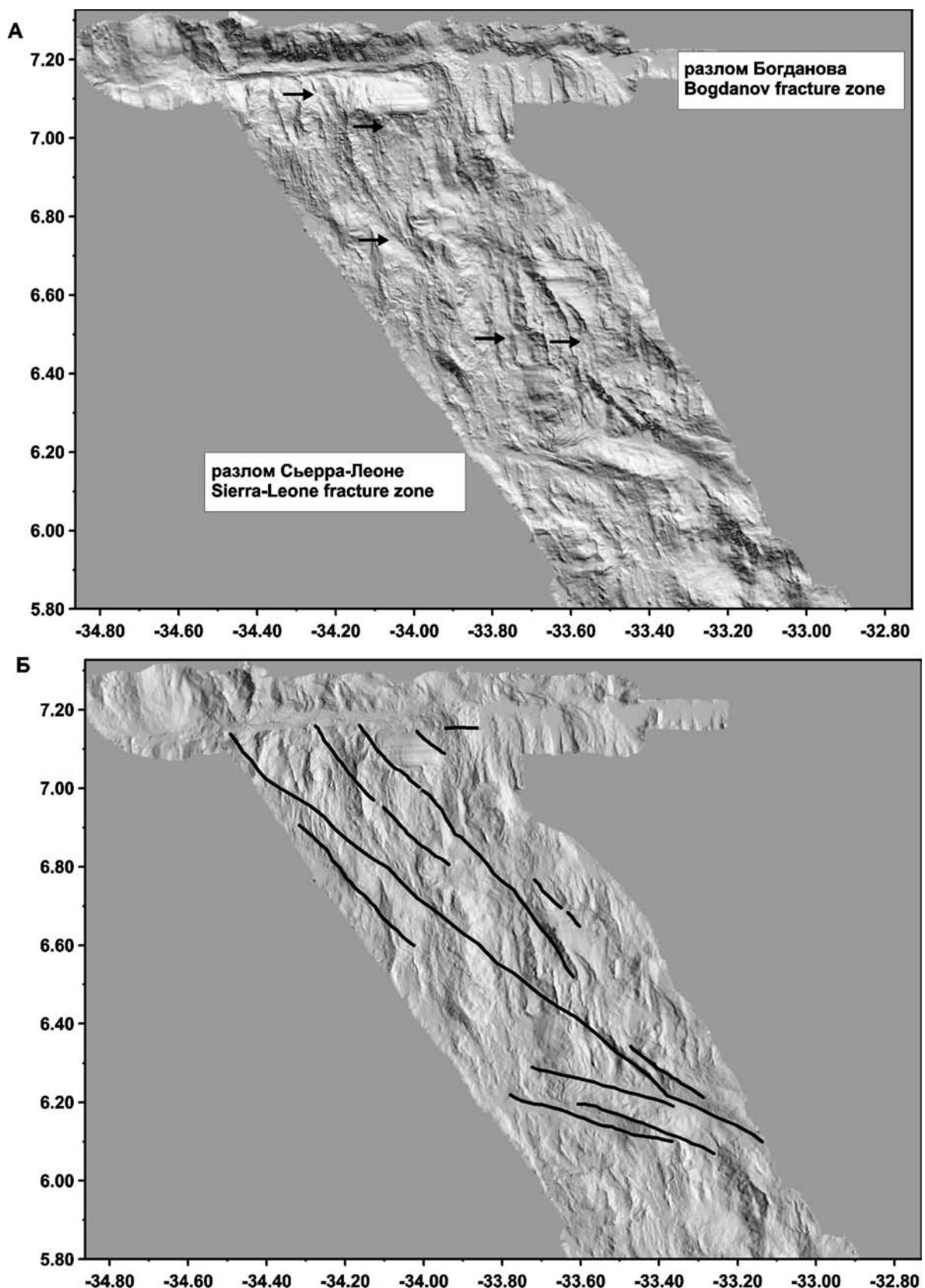


Рис. 14. Система разломов северо-западного простирания в районе разлома Сьерра-Леоне. А – батиметрическая карта, построенная по технологии оттененного рельефа. Стрелками показаны разрывы северо-западного простирания, Б – результат дешифрирования.

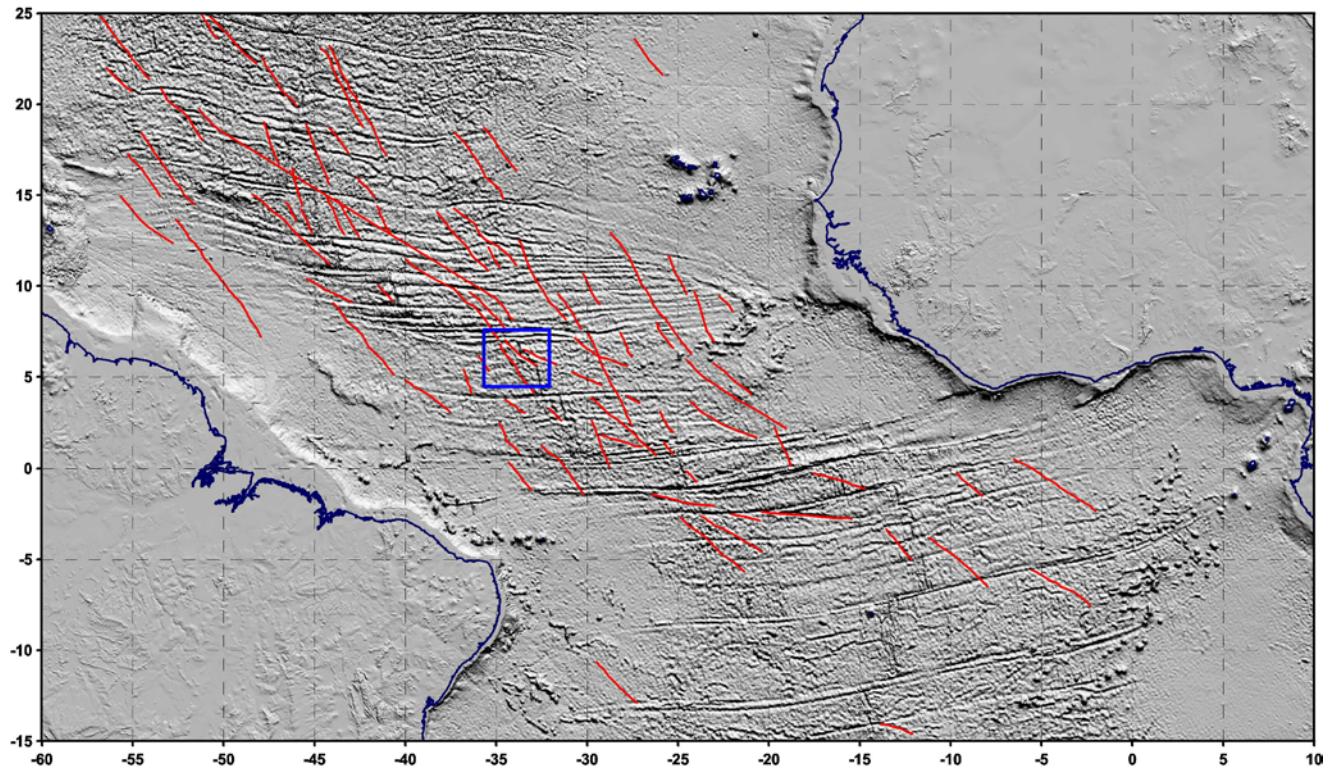


Рис. 15. Система разломов северо-западного простирания в Центральной Атлантике. Картографическая основа – предсказанная топография [Smith and Sandwell, 1997]. Квадрат – примерное расположение работ 22-го рейса НИС “Академик Николай Страхов”.

Обсуждение

В результате работ 22-го рейса и с учетом данных, полученных в 12-ом рейсе “Академик Николай Страхов” [Экваториальный..., 1997], установлено, что рифтовая зона САХ между разломами Страхова и Богданова разделена на три крупных сегмента. Их тектоническое строение и рельеф необходимо анализировать с учетом данных “предсказанной топографии”. Для этого была построена карта по технологии оттененного рельефа, на которую были нанесены контуры предполагаемого рельефа с сечением 100 м. На этот картографический фон были нанесены оцифрованные контуры тех или иных объектов, которые были выявлены в результате исследований. Далее, с учетом последних, была проведена оцифровка предполагаемого рельефа и все результаты совмещены (рис. 13). Для полноты картины были нанесены также данные о положении эпицентров землетрясений.

Наиболее южный сегмент расположен между разломами Страхова и $5^{\circ}05'$ с.ш. Здесь развита субмеридиональная рифтовая долина (ширина около 6 миль) прямолинейной в плане формы, которая обрамлена рифтовыми горами (ширина до 12 миль). Протяженные горы нарушены субширотными седловинами. По данным драгировок, здесь поднимались только в различной степени измененные базальты. К этому отрезку рифтовой долины приурочены многочисленные эпицентры землетрясений.

Наиболее северная часть сегмента была частично охвачена съемкой. В районе 5° с.ш. начинаются изменения в строении долины – появляются протяженные внутририфтовые хребты, которые могут быть интерпретированы как неовулканические зоны. Рифтовые горы меридионального простирания в районе 5° с.ш. начинают поворачивать к северо-западу. Вместе с тем, судя по данным “предсказанной топографии”, рифтовая долина сохраняет свое простирание вплоть до $5^{\circ}30'$ с.ш. Примечательно, что здесь резко падает сейсмическая активность.

Второй сегмент расположен между $5^{\circ}30'$ с.ш. и $6^{\circ}15'$ с.ш. Рифтовая зона имеет общее простирание 320° . Она состоит из трех изолированных впадин сложной конфигурации, одна из которых является глубочайшей в рифтах Атлантики. Западный борт образован узкими вытянутыми хребтами.

Третий сегмент представляет собой хорошо выраженную в рельефе рифтовую долину с неовулканическими хребтами. Здесь поднимались только базальты. С бортов рифта поднято большое количество сильно тектонизированных ультраосновных пород и габбро [Peyre, 2000].

Для сегментов рифта, расположенных севернее разлома Сьерра-Леоне, характерно значительное количество форм подводного рельефа (долины, хребты, удлинение гор) северо-западного простирания. Наиболее правдоподобным представляется, что здесь проходит сложно построенная зона тектонических нарушений того же простирания (рис. 14). Эти разломы, которые представ-

ляют собой, видимо, правые сдвиги или сбросо-сдвиги. Они отчетливо проявлены на альтиметрических картах [Sandwell and Smith, 1997] и хорошо прослеживаются далеко за пределы засектированной территории (рис. 15). Разломы оказывают значительное влияние на конфигурацию рифтовой долины. Кроме того, анализ расположения этой зоны по отношению к рифту показывает, что его отклонение в западном направлении начинается именно на подходе к ней.

Анализ батиметрической карты ГЕБКО позволил в свое время [Мазарович, 1994] предполагать, что в Центральной Атлантике существует система разломов с азимутом простирания от 310° до 330° как в пределах Срединно-Атлантического хребта, так в абиссальных котловинах. Данные альтиметрии и новые результаты, полученные в рейсах НИС “Академик Николай Страхов”, подтверждают это предположение. Разломы пересекают рифтовые долины (например, севернее разлома Марathon, между разломами Богданова и Сьерра-Леоне) с формирующейся океанической корой и активные части трансформных разломов (например, Сан-Паулу). Рифтовые долины в местах пересечения с ними приспособливаются к северо-западному направлению. Влияние разломов ощущается даже на дне рифтовой долины, за исключением неовулканических зон и внутририфтовых впадин. Очевидно, что разломы формировались в поле напряжений, которое охватывало всю Центральную Атлантику и их образование не может быть связано непосредственно с развитием спрединговой системы. Вероятнее всего, имеет место совокупность двух механизмов – изменения формы геоида и отслеживания поверхностными массами на поверхности сфероида ориентации осей инерции Земли. Причем все это происходит на фоне общего растяжения Атлантики. Именно такая суперпозиция напряжений обеспечивала сдвиговый или сбросо-сдвиговый характер разломов.

Второй особенностью рифта в районе Сьерра-Леоне является его активное продвижение или попытки продвижения в северном направлении при большой скорости растяжения. Об этом же свидетельствуют и данные о гравитационных аномалиях Буге (см. рис. 8). Это свидетельствует о том, что в настоящий момент происходит существенная перестройка геодинамической ситуации. Можно предполагать, что в случае “прорыва” рифта далеко на север произойдет “отключение” активной части разлома Богданова, а основная область трансформации переместится севернее, в разлом $7^{\circ}20'$ с.ш., при этом значительный отрезок пассивной части станет активной зоной.

В настоящий момент в районе разлома Сьерра-Леоне происходит экспедиция на НИС “Академик Иоффе”, которая, надеемся, сможет принести новые данные об этом сложнейшем участке дна Центральной Атлантики.

Благодарности. Работа выполнена в рамках подпрограммы “Исследование природы Мирового океана” ФЦП “Мировой океан”, реализуемой Минпромнаукой России.

References

- Агапова Г. В., Особенности морфологии активной части разлома Страхова, *Океанология*, 33, (2), 263–268, 1993.
- Агапова Г. В., Виноградова Н. В., Кашникова И. П., *Словарь географических названий форм подводного рельефа*, 311 с., ГИН РАН, Москва, 1993.
- Казымин В. Г., Борисова И. А., О механизмах образования рифтовых долин медленноспрединговых хребтов, *Геотектоника*, (4), 113–124, 1992.
- Мазарович А. О., Тектоническая конвергенция пассивных частей трансформных разломов в Приэкваториальной Атлантике, *Докл. РАН*, 335, (1), 70–73, 1994.
- Мазарович А. О., *Геологическое строение Центральной Атлантики: разломы, вулканические сооружения и деформации океанского dna*, 176 с., Научный Мир, Москва, 2000.
- Межгосударственный геолого-геофизический атлас Атлантического океана, 158 с., Межправит. океанограф. комис., Мин geo СССР, АН СССР, ГУГК, Москва, 1989–1990.
- Соколов С. Ю., Аномалии Буге, рассчитанные по данным альтиметрии и батиметрии на сетке $5' \times 5'$, *Геолого-геофизический атлас центральной части Атлантического океана*, Том I: *Общие геофизические и геологические данные*, Геологический Институт РАН, Москва, 1999 (<http://atlantic.tv-sign.ru/>).
- Строение зоны разлома Долдрамс, Центральная Атлантика, 224 с., Наука, Москва, (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 459), 1991.
- Экваториальный сегмент Срединно-Атлантического хребта, Приложение к монографии “Экваториальный сегмент Срединно-Атлантического хребта”, 33 с., МОК ЮНЕСКО, ГЕОХИ РАН: АТКАР ПКО “Картография”, 1997.
- Bonatti, E., Ultramafic Rocks from the Mid-Atlantic Ridge, *Nature*, 218, (5152), 363–364, 1968.
- CNSS Earthquake Composite Catalog, June 1997 (<http://quake.geo.berkeley.edu/cnss/>).
- Gazetteer of undersea feature names, 123 p., 2-nd Edition, IHO, IOC, Monaco, 1997.
- Gazetteer of geographical names of undersea features shown (or which might be added) on the GEBCO and on the IHO small-scale international chart series (1:2 000 000 and smaller), 307 p., 2-nd Edition, Monaco: International Hydrographic Bureau, 2001.
- GEBCO-97 Digital Atlas CD. IHO. Natural Environment Research Council.
- General bathymetric chart of the oceans (GEBCO), 1:10 000 000, Ottawa: Canad. Hydrogr. Serv. 1982.
- Karson, J. A., H. J. B. Dick, Tectonics of ridge – transform intersections at the Kane fracture zone, *Mar. Geophys. Res.*, 6, 51–98, 1983.
- MacDonald, K. C., J.-C. Sempere, P. J. Fox, and R. Tyce, Tectonic Evolution of Ridge-Axis Discontinuities by the Meeting, linking or self-decapitation of neighboring Ridge Regiments, *Geology*, 15, 993–997, 1987.
- Marine Trackline Geophysical Data CD, NOAA Product # G01321-CDR-A0001.
- Peyve, A., E. Bonatti, D. Brunelli, et al., New data on some major MAR structures: preliminary results of R/V Akademik Nikolaj Strakhov 22 cruise, *InterRidge News*, 9, (2), p. 28, 2000.
- Sandwell, D. T., and W. H. F. Smith, Marine Gravity Anomaly from Geosat and ERS-1 Satellite Altimetry, *J. Geophys. Res.*, 102, (B5), 10,039–10,054, 1997.
- Smith, W. H. F., and D. T. Sandwell, Global Seafloor Topography from Satellite Altimetry and Ship Depth Soundings, *Science*, 277, (5334), Sept. 26, 1997.

(Получена 18 ноября 2001)