

УДК 551.465

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ БАССЕЙНА ПРОЛИВА БРАНСФИЛД

© 2014 г. Ал. А. Шрейдер¹, А. А. Шрейдер², Е. И. Евсенко²¹ООО “НИИгазэкономика”, Москва

e-mail: aschr@ocean.ru

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

Поступила в редакцию 20.04.2012 г., после доработки 19.02.2013 г.

Изучение осадочного тела пролива Брансфилд позволяет выделить несколько осадочных комплексов, построить первую электронную карту-схему акустического фундамента и выявить четыре этапа эволюции его дна, что обновляет известные ранее представления о формировании пролива. На первом этапе происходило наращивание растягивающих напряжений, сопровождавшихся локальными расколами континентальной коры на периферии Антарктического полуострова. На втором этапе севернее Антарктического полуострова сформировалась грабенообразная структура с заполнением ее осадками нижнего стратиграфического комплекса. В течение третьего этапа продолжающиеся процессы растяжения привели к интенсивной эксплозивной активности растущих вулканических сооружений и заполнению грабена осадками среднего сейсмостратиграфического комплекса. Четвертый, продолжающийся до настоящего времени, этап характеризуется квазилинейной локализацией основных центров вулканической активности в полосе ближе к Южно-Шетландским островам и формированием верхнего сейсмостратиграфического комплекса осадков. Эволюция дна пролива Брансфилд отражает процесс проникновения за последние миллионы лет области разрастания Американско-Антарктического хребта в континентальную литосферу Антарктического полуострова.

DOI: 10.7868/S0030157414020233

ВВЕДЕНИЕ

Геолого-геофизические исследования последних десятилетий, проведенные в районе Антарктического полуострова, позволили получить сведения о геодинамике литосферных плит этого района [6–10, 13, 26, 28, 30, 33, 34, 38–40, 42, 50, 51 и др.].

Согласно им, на юго-востоке Тихого океана существовала литосферная плита Феникс, которая являлась одной из наибольших по размерам плит Пацифики. Она формировалась, начиная с юрского времени, с последующим погружением в зоны субдукции. В настоящее время остался небольшой участок плиты Феникс, ограниченный палеоосью спрединга хребта Феникс, зоной субдукции в Южно-Шетландском желобе и трансформными разломами Хиро и Шеклтон. Палеоось спрединга отмерла во время или сразу после формирования аномалии С2А [7, 41]. Вместе с тем продолжающаяся субдукция плиты Феникс в области Южно-Шетландского желоба [4, 9, 14, 51 и др.] привела к формированию структур растяжения и рифтогенеза в проливе Брансфилд.

Пролив Брансфилд представляет собою узкий вытянутый в северо-восточном направлении активный рифтовый трог между Антарктическим полуостровом и Южно-Шетландскими островами (рис. 1). Он в целом асимметричен и его наибольшие глубины приурочены к северной части пролива, где наблюдается и наибольшая крутизна

склонов. Дно пролива распадается на три относительно непротяженные впадины с глубинами до 1.5–2 км, разделенные порогами примерно вдвое меньшей глубины. Исследователи отмечали крайнюю скудность имеющихся геолого-геофизических материалов, не позволявшую уверенно анализировать вопросы тектонической эволюции дна пролива (например, [21]). В изучении вопросов его палеогеодинамики существенную помощь может оказать комплексное изучение доступных геолого-геофизических материалов по геоморфологии дна, структуре осадочной толщи и акустическому фундаменту в области пролива, чему и посвящена настоящая работа.

ХАРАКТЕРИСТИКА
ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время известны два типа карт рельефа дна для региона, заключенного между Южной Америкой и Антарктическим полуостровом, основанные на разных принципах своего составления. К первому типу относятся карты ГЕБКО, которые обобщают все известные эхолотные профили вдоль маршрутов следования специализированных исследовательских судов (например, [1, 2 и др.]). Ко второму типу относятся топографические карты дна, основанные на интеграции данных эхолотных промеров и спутниковой альтиметрии [48 и др.]. Спутниковые

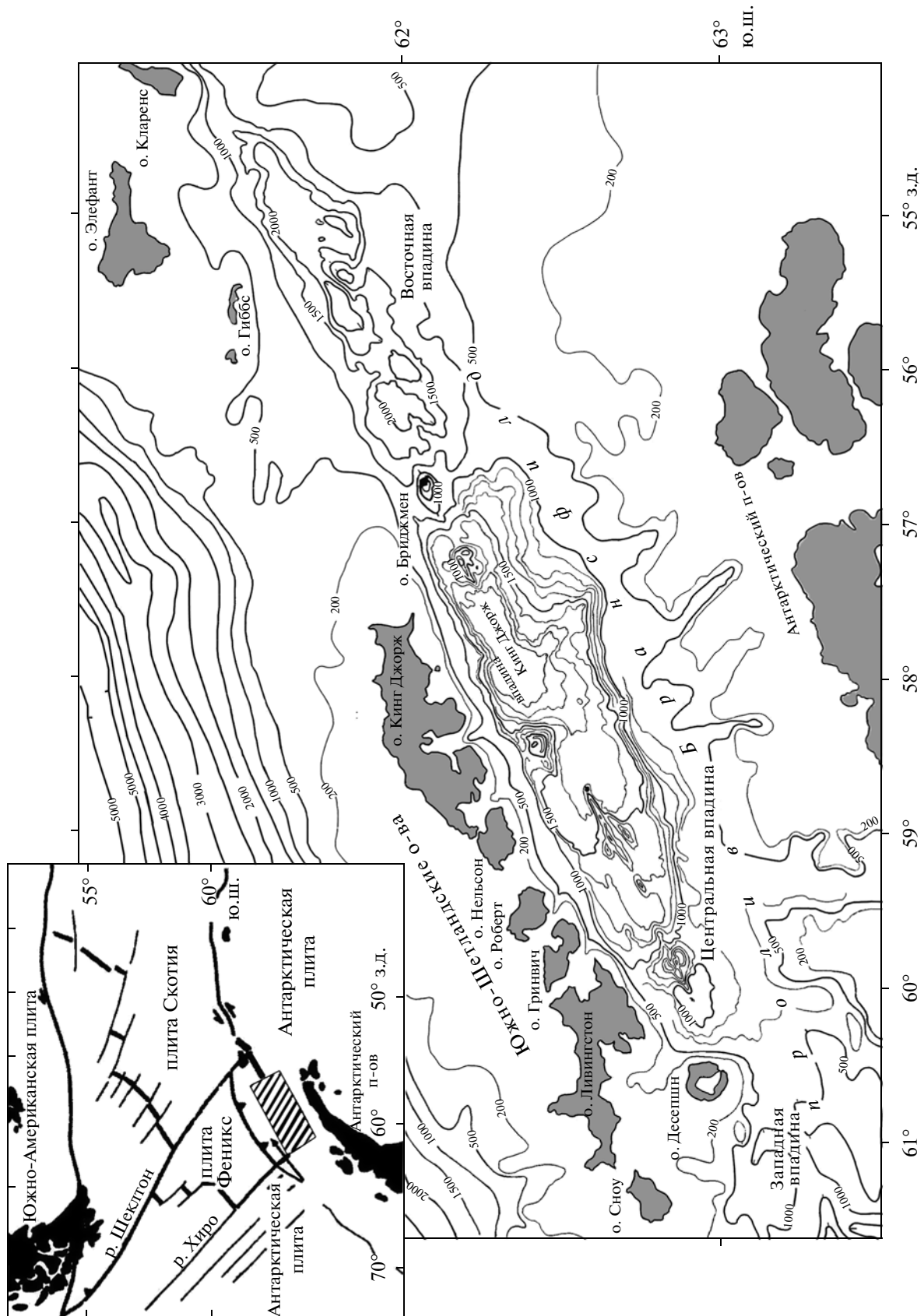


Рис. 1. Схема рельефа дна пролива Брансфилд по [1, 24, 35, 52] с упрощением. Глубины в м. На врезке показано положение района исследований.

трассы относительно равномерно покрывают район исследований, позволяя в настоящее время строить карты с разрешением в 0.5 мили, а часто и даже с большим разрешением. Наиболее современной версией такой карты следует признать вариант, основанный на пространственном полуминутном осреднении результатов расчетов математической модели рельефа дна [52]. Вместе с тем, сравнение карт рельефа дна ГЕБКО и таковых, основанных на спутниковой альтиметрии, свидетельствует об их несопадении.

В работе [8] выполнено сравнение данных современных электронных версий обоих типов карт в точках реальных эхолотных измерений вдоль профилей испанского научно-исследовательского судна "Гесперида" на западе моря Скотия в районе, примыкающем к проливу Брансфилд, полученных с помощью цифрового эхолота SIMRAD EM 12. Такое же сравнение было проведено вдоль двух профилей НИС "Гесперида" в проливе Брансфилд, любезно предоставленных испанской стороной. Океанографические поправки в первичные данные наблюдений эхолотом были внесены испанской стороной по специализированным программам, разработанным в университете Нью-Брунsvика (Великобритания) для конкретных условий региона моря Скотия. Визуальное сравнение свидетельствует, что более близкими к реальным эхолотным данным являются данные карты спутниковой альтиметрии.

Об этом же свидетельствует статистическая обработка величин расхождений между эхолотными данными и электронными значениями альтиметрии и ГЕБКО в точках измерений глубин эхолотом. Среднее отклонение в 1967 точках для данных альтиметрии по модулю составляет 72 м при максимальном расхождении в 631 м, тогда как для данных карты ГЕБКО оно превосходит 179 м при максимальном расхождении в 1924 м. Величина медианы распределения равна в первом случае 49 м, а во втором она превосходит значение 120 м. Тем самым, данные электронной карты дна, основанной на интеграции результатов эхолотных промеров и спутниковой альтиметрии (данные карты предиктрельефа), более полно отражают особенности поведения рельефа дна на западе моря Скотия и в проливе Брансфилд, чем таковые по данным ГЕБКО. Следует отметить, что в литературе дискутируется вопрос о том, чтобы в ближайшем будущем создать синтетическую базу данных, которая будет объединять лучшие достижения обоих подходов в представлении сведений о батиметрии морского дна [8, 45, 47 и др.]. Предполагается, что новая база данных будет охватывать и полярные районы Мирового океана.

Цифровая база данных общей мощности осадков для пролива Брансфилд является частью

цифровой базы Мирового океана и шельфовых морей, которая была собрана американским Национальным Геофизическим Центром Данных NOAA по результатам исследований вдоль профилей нерерывного сейсмического профилирования, а так же сейсмических данных и карт изопохит, доступных как часть Международных геологического-геофизических Атласов [1, 2, 18, 19, 36, 44 и др.]. В частности, контурные карты изопохит для юго-востока Пацифики были переведены в цифровую форму и затем гридированы в NOAA с интервалом сетки 5×5 минут дуги с дальнейшим использованием алгоритма сглаживания сплайнами в соответствии с работой [49].

При анализе сейсмических параметров осадочного слоя необходимо отметить, что в работе [34] в верхней части разреза осадков, подстилающих дно пролива Брансфилд, выделены породы со скоростями сейсмических продольных волн 1.9–2.3 км/с, которые трактовались как пеплы и неконсолидированные осадки. Ниже залегают породы со скоростями 4.1–4.3 км/с, которые были идентифицированы как вулканические. В работе [35] диапазон скоростей сейсмических волн для верхнего осадочного слоя был сужен до интервала 1.9–2.2 км/с. Подстилающие породы характеризовались скоростями 4.0–4.2 км/с и соотносились с более древними и, тем самым, более консолидированными осадками и лавами.

Результаты исследований последних лет [4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 29, 31, 32, 41, 43, 46 и др.] в совокупности с изложенными выше данными позволяют обновить представления о рельефе дна, мощностях осадков и построить первую цифровую карту акустического фундамента районов пролива.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ ДНА

Геоморфологически пролив Брансфилд состоит [24, 25, 32, 46 и др.] из нескольких впадин, разделенных перемычками. На западе пролива расположена Западная впадина Брансфилд. Она отделяется перемычкой в районе острова Десепшн от Центральной впадины Брансфилд, на севере которой находится небольшая впадина Кинг–Джорж. Далее на восток в районе острова Бриджмен Центральная впадина Брансфилд посредством порога соединяется с Восточной впадиной Брансфилд (рис. 1).

Западная впадина вытянута на 130 км при ширине в 70 км и имеет максимальную глубину около 1.3 км на южной периферии пролива Бойд. В работах [31, 32] показано, что она имеет относительно простое строение дна, лишенного значительных подводных гор. Восточная впадина протягивается на 150 км при общей ширине более 40 км и имеет максимальную глубину более 2.7 км.

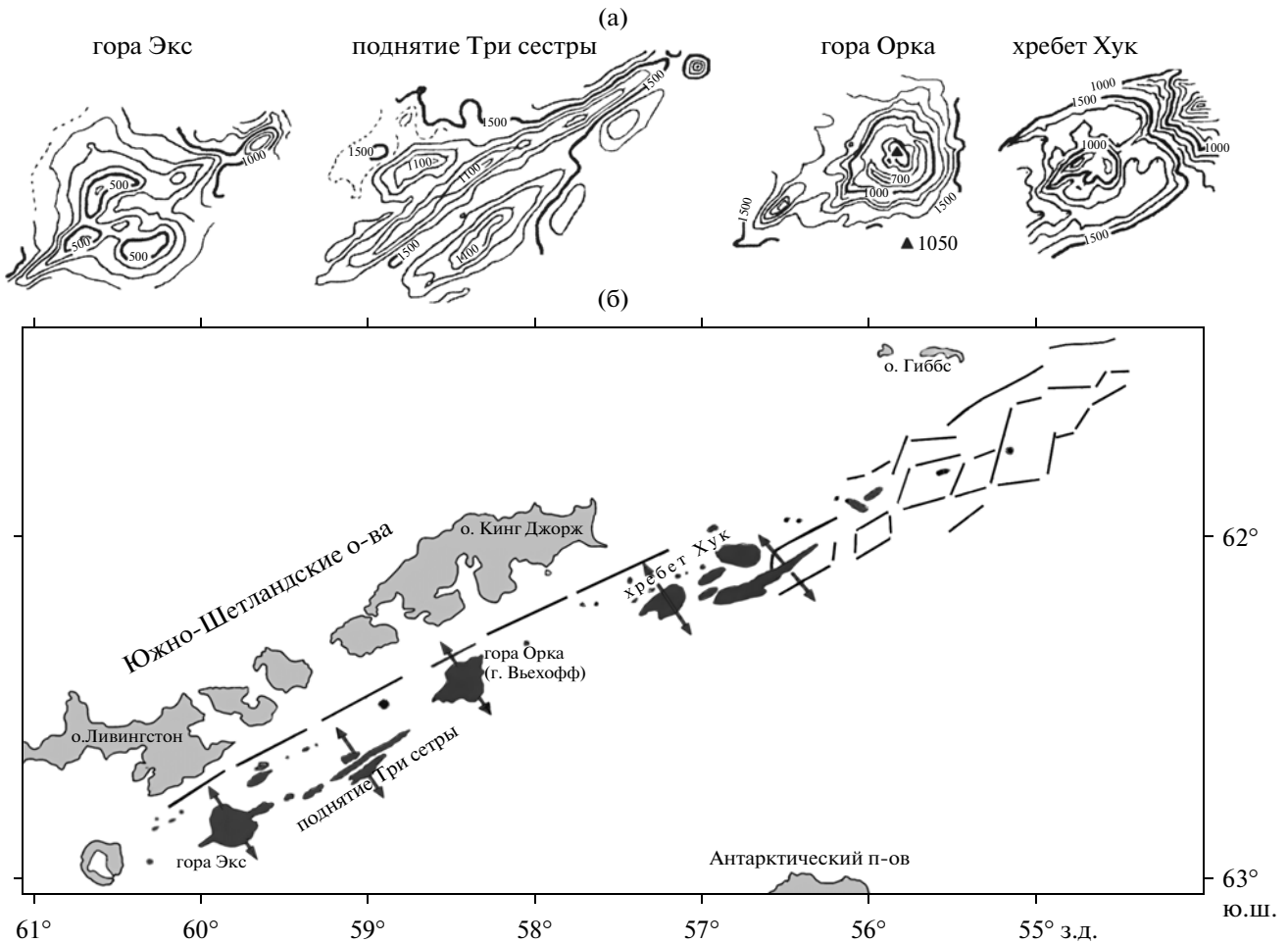


Рис. 2. Батиметрия (в метрах) подводных гор (а) и географическое положение (б) этих и других подводных гор во впадинах пролива Брансфилд по [15, 20, 24, 31, 32] с изменениями. Показаны направления растягивающих напряжений (стрелки) и разломы (короткие отрезки прямых линий).

В ней выявлены несколько небольших ромбовидных впадин – трогов, разделенных рядом относительно невысоких, лишенных какого-либо осадочного покрова вулканических конусов, расположенных в основном в ее юго-западной части. Центральная впадина [31, 32] вытянута на 230 км при ширине в 60 км и имеет максимальную глубину около 1.9 км. В ней расположен ряд больших подводных вулканических гор, смещенных относительно оси пролива на север.

По своей конфигурации горы обладают рядом особенностей и разделяются на три основных типа [31, 32]. К первому типу относятся изометричные сооружения с проявлением невысоких вытянутых вдоль простирания пролива линейных форм с одной из сторон горы. Примером такого сооружения служит гора Орка (рис. 2а) на северо-востоке впадины. Основание горы лежит на глубине около 1.5 км. Высота горы приближается к километру, а ширина – к 20 км. У юго-западного подножья выделяется линейный десятикиломет-

ровой длины узкий хребет, вытянутый вдоль простирания пролива и имеющий глубину вершины около 1.1 км.

Ко второму типу относятся изометрические сооружения с проявлением невысоких вытянутых вдоль простирания пролива линейных форм с юго-западной и северо-восточной сторон горы. Примером такого сооружения служит гора Экс на юго-западной периферии впадины. Основание горы лежит на глубине около 1.2 км, при ширине около 20 км. Гора характеризуется наличием двух главных вершин, лежащих на глубинах около 0.5 км, разделенных вытянутой параллельно простиранию пролива неглубокой депрессией. У юго-восточного и северо-западного склона выделяются узкие хребты (хребтики), вытянутые на 10–15 км параллельно простиранию пролива.

К третьему типу относятся сложные вытянутые вдоль пролива сооружения, состоящие из горстов и грабен. Примером может служить горное сооружение Три сестры в центральной части впади-

ны. Основание его лежит на глубинах около 1.5 км при ширине 20 км и длине более 50 км. Сооружение распадается на три узких 2–3 км шириной, простирающихся вдоль пролива, линейных хребта относительной высотой в 0.2–0.5 км. Они разделены линейными депрессиями.

Линейные формы горных сооружений доминируют и на северо-востоке впадины Кинг–Джордж, где наиболее значительное из них названо хребет Хук [15 и др.]

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТЕЙ ОСАДКОВ

В осадочном чехле пролива могут быть выделены три стратиграфических комплекса [46], которые удобнее всего охарактеризовать на примере наиболее изученной к настоящему времени Центральной впадины (рис. 3). Первый из них, древнейший, занимает наиболее южную часть ее у Антарктического полуострова (рис. 3а). Его отложения мощностью до 0.5 с времени двойного пробега сейсмического сигнала были инициированы первоначальной фазой процесса растяжения и фрагментации континентальной коры Антарктического полуострова. Фации этого слоя не имеют продолжения на склоны Антарктического полуострова и, скорее всего, характеризуются вулканогенно-пепловым составом с хаотически неупорядоченной стратификацией. Верхняя поверхность комплекса имеет эрозионную природу.

Осадки среднего (второго) тектоностратиграфического комплекса несогласно налегают на первый комплекс и в основном тяготеют к центральной части впадины (рис. 3б). Его отложения мощностью до 0.4 с двойного времени пробега сейсмического сигнала обладают более тонкой стратификацией и, скорее всего, имеют пепловый состав.

Осадки верхнего третьего тектоностратиграфического комплекса тяготеют к северной части впадины. Его отложения мощностью до 0.4 с двойного времени пробега сейсмического сигнала имеют возраст вплоть до современного и часто характеризуются наличием резких отражающих горизонтов внутри осадочной толщи (рис. 3в). Осадки скорее всего сложены вулканическими породами, связанными с извержениями действующих вулканов, наиболее значительные из которых описаны выше.

Если принять среднюю скорость пробега сейсмического сигнала в осадочной толще равной 2 км/с, то можно охарактеризовать мощности осадков в метрах. Из схемы распределения осадочного покрова следует, что мощность осадков максимальна на юго-востоке региона, где достигает значений 700–800 м. По мере движения на северо-запад мощность уменьшается до величин близких к 200 м. В целом, распределение осадков

демонстрирует тенденцию к миграции осадочных депоцентров во времени в север–северо-западном направлении от Антарктического полуострова к Южно-Шетландской островной дуге. Такая миграция тектонической активности и деформаций имеет следствием различную геоморфологическую физиографию склонов Антарктического полуострова (более пологих) и Южно-Шетландской (более крутых) островной дуги (рис. 4).

В этой связи необходимо отметить, что впадина Кинг–Джордж была сформирована в основном после отложения осадков второго тектоностратиграфического комплекса.

Наличие детальных сведений о рельефе дна и об осадочной толще [8, 16, 46] пролива, дополненных вышеописанными данными мировой базы, позволило построить первую электронную схему поверхности акустического фундамента для пролива Брансфилд, которая носит характер первого приближения и отражает лишь наиболее существенные их черты (рис. 5). В осевой, наиболее глубокой части Центральной впадины пролива, акустический фундамент лежит на глубинах 2.0–2.5 км. В тоже время в Западной и Восточной впадинах его глубина примерно на 0.5–1 км меньше. При этом подножья основных подводных вулканических построек характеризуются глубинами фундамента около 1 км. Фундамент испытывает подъем до глубин в 0.5 км по мере движения в сторону Антарктического полуострова и Южно-Шетландских островов, где его структуры характеризуются малыми мощностями осадочного покрова или даже лишены его.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В целом, анализ материалов свидетельствует, что развитие пролива Брансфилд претерпело несколько этапов. На первом этапе происходило наращивание растягивающих напряжений, сопровождавшихся локальными расколами континентальной коры на периферии Антарктического полуострова. На втором этапе севернее Антарктического полуострова сформировалась грабенообразная структура с заполнением ее осадками нижнего стратиграфического комплекса. В течение третьего этапа продолжающиеся процессы растяжения привели к интенсивной эксплозивной активности растущих вулканических сооружений и заполнению грабена осадками среднего (второго) сейсмостратиграфического комплекса. Четвертый, продолжающийся до настоящего времени этап характеризуется квазилинейной локализацией основных центров вулканической активности в полосе ближе к Южно-Шетландским островам и формированием верхнего сейсмостратиграфического комплекса осадков. Последнее привело к асимметричному положению оси вулканизма и магматизма. При этом на хребте Хук были

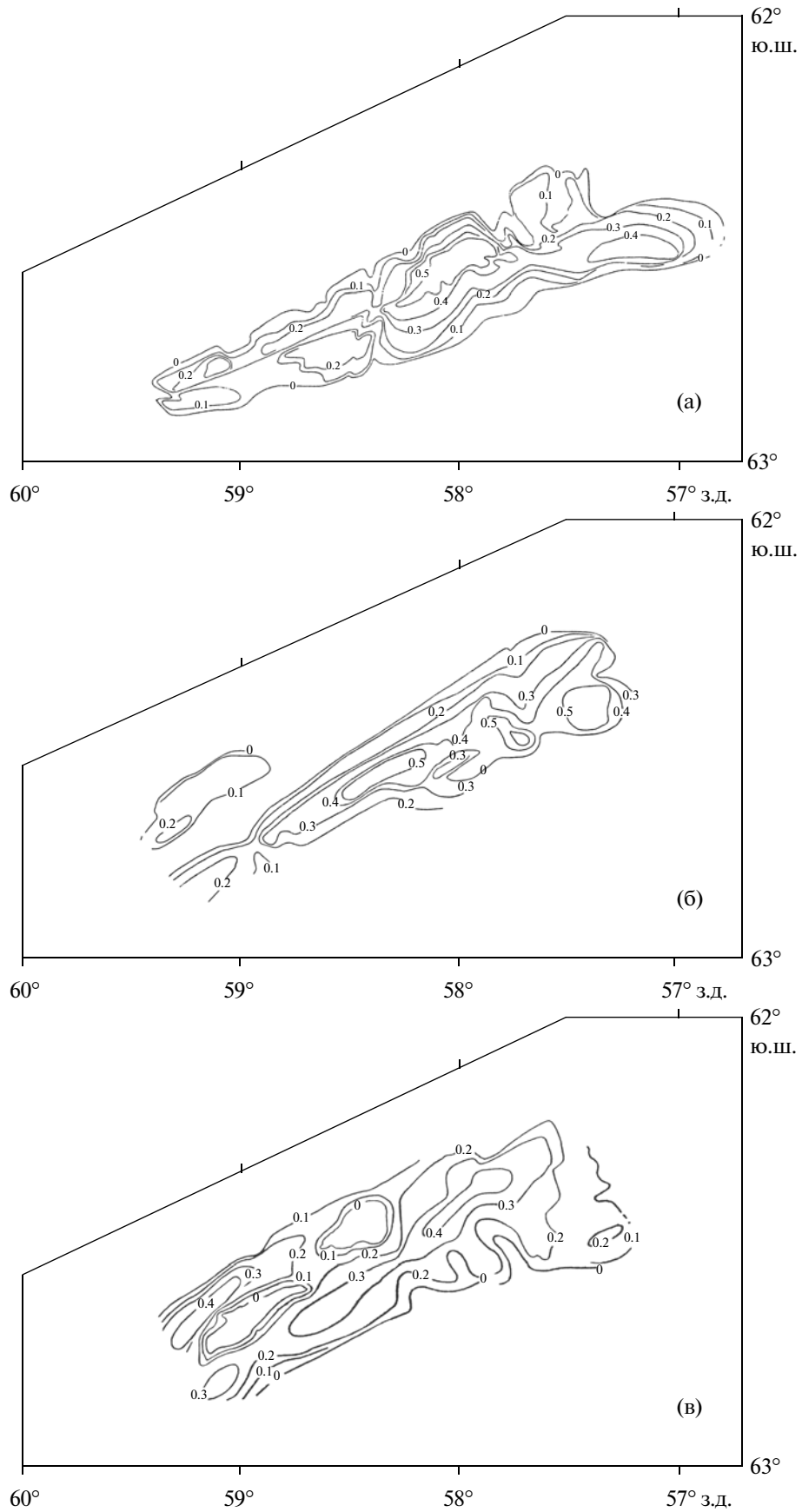


Рис. 3. Мощность осадочного покрова в Центральной впадине (а, б и в см. в тексте) по [46] с упрощением.

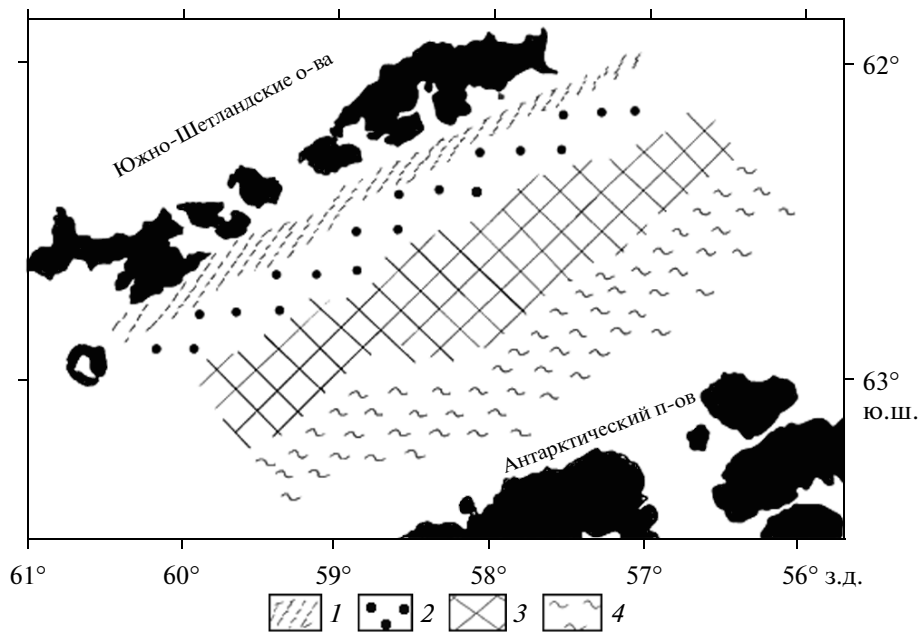


Рис. 4. Неовулканическая зона пролива Брансфилд.

1 – крутой островной склон практически лишенный осадков; 2 – неовулканическая зона с эруптивными аппаратами различного типа, морфология которых представлена на рис. 2; 3 – осадочный депоцентр; 4 – пологий склон Антарктического полуострова, сглаженный осадочным покровом.

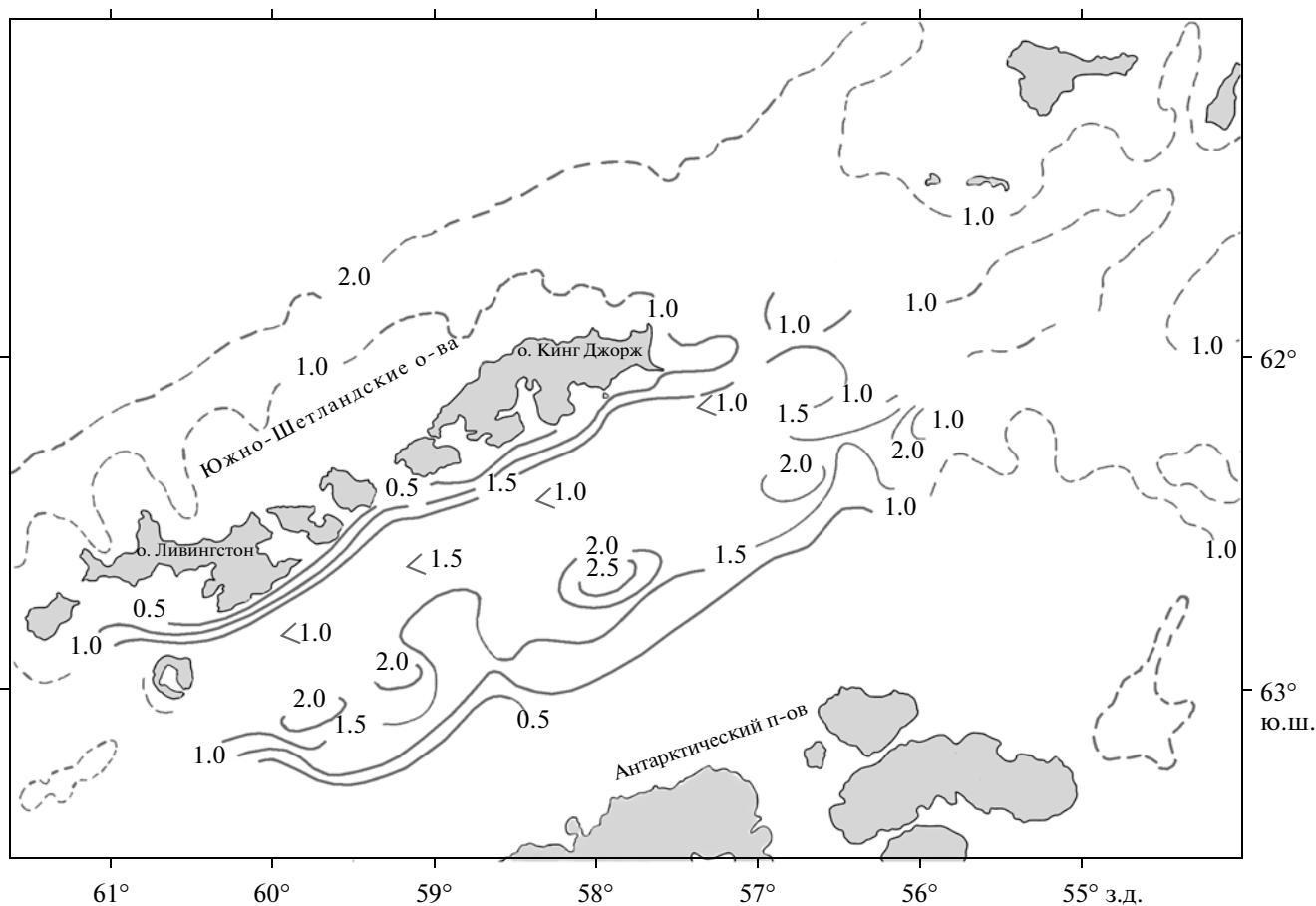


Рис. 5. Поверхность акустического фундамента, полученная путем суммирования данных о рельефе дна, представленных на рис. 1, и данных об осадочном слое, представленных в работах [8, 16, 46] и на рис. 3 настоящей работы. Изогипсы в км.

собраны образцы свежих базальтов с возрастом менее чем 0.1 млн лет [22]. В его области отмечены гидротермальные проявления [15, 17, 37]. Четвертичный вулканизм развит на островах Десепшен, Пингвин, Бриджмен [51]. Осадочные продукты этого этапа седиментации перекрывают осадки предыдущих сейсмостратиграфических комплексов.

Сейсмологические исследования [23, 29] свидетельствуют о сейсмичности дна пролива. Расчет направления первых смещений в очагах землетрясений свидетельствует о наличии условий растяжения в его дне в пределах всех выделенных впадин. В областях перемычек между впадинами в очагах землетрясений первые смещения имеют сдвиговый характер.

Имеются данные о закладывающихся или уже заложившихся нарушениях трансформного типа, направленных ортогонально к простиранию пролива [3 и др.]. Северо-западные окончания их выражены в виде глубоких бухт Адмиралтейства и Кинг—Джордж на одноименном острове или маркируются проливами между островами Лейпциг, Роберт, Гринвич и Левингстон (о. Смоленск) из группы Южно-Шетландских островов. Юго-восточные окончания разломов выражены как тектонические депрессии, разрезающие шельфовое мелководье у берегов и проникающие в массив полуострова Тринити на Антарктическом полуострове. Глубины моря в ущельях достигают до 800—900 м. Их разделяют банки с глубинами 100—200 м.

Продолжением рифтовой депрессии пролива Брансфилд [3] служит, возможно, узкая долина в пределах одного из блоков Южного хребта Скоттия к востоку от острова Элефант. Глубины ее в ряде мест превышают 5.6 км. В одном из районов такого возможного продолжения рифтовой депрессии севернее котловины Пауэла была проведена детальная батиметрическая съемка [5].

Авторы выделяют два сегмента. Восточный сегмент — широтное рифтогенное ущелье с глубинами 3.8—4.2 км окруженное с севера и юга хребтами с глубинами 0.5—1.9 км. На западе района съемки отмечается локальная впадина с глубиной дна 5.3 км. Западный сегмент — ущелье СВ-ЮЗ простирания, окруженное с обеих сторон хребтами того же направления. Проведенное нами сопоставление данных батиметрической съемки [5] с геодинамической схемой, составленной с привлечением сейсмологических данных из работы [29], позволяет видеть в восточном ущелье закладывающийся трансформный разлом, а в локальной впадине — локальный сегмент оси спрединга. О ее молодости говорит практическое отсутствие осадочного покрова, выявленное на пересечении этой локальной впадины профилем непрерывного сейсмического профилирования M27 из работы [27]. Тем самым, авторы настоящей работы склонны видеть в ущелье западного сегмента зону

только закладывающегося трансформного разлома или нетрансформного сочленения рифта восточного сегмента с лежащим западнее рифтом пролива Брансфилд.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенный анализ позволяет видеть в районе Антарктического полуострова область растяжения литосферы, на первом этапе которого происходило наращивание растягивающих напряжений, сопровождавшихся локальными расколами континентальной коры на периферии Антарктического полуострова. На втором этапе севернее Антарктического полуострова сформировалась грабенообразная структура с заполнением ее осадками нижнего стратиграфического комплекса. В течение третьего этапа продолжающиеся процессы растяжения привели к интенсивной эксплозивной активности растущих вулканических сооружений и заполнению грабена осадками среднего сейсмостратиграфического комплекса. Четвертый, продолжающийся до настоящего времени этап характеризуется квазилинейной локализацией основных центров вулканической активности в полосе ближе к Южно-Шетландским островам и формированием верхнего сейсмостратиграфического комплекса осадков.

Эволюция дна пролива Брансфилд отражает процесс проникновения за последние миллионы лет области разрастания Американско-Антарктического хребта в континентальную литосферу Антарктического полуострова.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 11-05-00066-а и № 11-05-93981-ИНИС_а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас*. Геолого-геофизический атлас Атлантического океана. М.: ГУГК, 1990. 152 с.
2. *Атлас*. Геолого-геофизический Атлас Тихого океана. М.: ГУГК, 2001. 163 с.
3. *Живаго А.В.* Структурная эволюция Южно-Антильского океанического региона в палеоген-четвертичное время. Новые идеи в геологии Т. 2. М.: Наука, 2004. С. 67—112.
4. *Удинцев Г.Б., Шенке Г.* Очерки геодинамики Западной Антарктики. М.: ГЕОС, 2004. 132 с.
5. *Удинцев Г.Б., Шенке Г.В., Кольцова А.В., Князев А.Б.* Внедряющиеся и рассеянные рифты западной Антарктики // *Океанология*. 1998. Т. 38. № 6. С. 901—910.
6. *Удинцев Г.Б., Шенке Г.В., Шене Т. и др.* Морфодинамика внедряющегося рифта пролива Брансфилд, западная Антарктика // *Докл. РАН*. 1999. Т. 368. № 2. С. 259—263.
7. *Шрейдер А.А., Булычев А.А., Галиндо-Зальдивар Х. и др.* Геохронология хребта Феникс на юге Тихого

- океана // *Океанология*. 2003. Т. 43. № 2. С. 279–285.
8. Шрейдер А.А., Шрейдер Ал.А., Бойко А.Н. и др. Особенности кинематики срединно-океанического хребта Западный Скотия // *Океанология*. 2011. Т. 51. № 1. С. 175–187.
 9. Ashcroft W. Crustal structure of the South Shetland islands and Bransfield strait // British Antarctic survey scientific report. 1972. V. 66. 43 p.
 10. Barker P. The Cenozoic subduction history of the Pacific Margin of the Antarctic Peninsula: Ridge crest-trench interactions // *J. Geol. Soc. London*. 1982. V. 139. P. 787–801.
 11. Barker P. Scotia Sea regional tectonic evolution: implications for mantle flow and paleocirculation // *Earth Science Reviews*. 2001. V. 55. P. 1–39.
 12. Barker D., Austin J. Rift propagation, detachment faulting and associated magmatism in Bransfield strait, Antarctic Peninsula // *J. Geophys. Res.* 1998. V. 103. P. 24017–24043.
 13. Barker P., Burrell J. The opening of Drake Passage // *Mar. Geol.* 1977. V. 25. P. 15–34.
 14. Barker P., Dalziel I., Storey B. Tectonic development of the Scotia Arc region // *The Geology of Antarctica*. Oxford: 1991. P. 215–248.
 15. Bohraman G., Chin C., Sahling H. et al. Hydrothermal activity at Hook ridge in the central Bransfield basin, Antarctica // *Geomar. Lett.* 1999. V. 18. P. 277–284.
 16. Christeson G., Barker D., Austin J., Dalziel I. Deep crustal structure of Bransfield Strait: Initiation of a back arc basin by rift reactivation and propagation // *J. Geophys. Res.* 2003. V. 108. B10. 6 p.
 17. Dahlmann A., Wallmann K., Sahling H. et al. Hot vents in an ice cold ocean: indicators for phase separation at the southernmost area of hydrothermal activity, Bransfield strait, Antarctica // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2001. V. 193. P. 381–394.
 18. Divins D. NGDC Total Sediment Thickness of the World's Oceans and Marginal Seas, www.ngdc.noaa.gov/mgg/sedthick/sedthick.html. 2008.
 19. Divins D., Rabinowitz P. Thickness of Sedimentary cover for the South Atlantic // *International Geological-Geophysical Atlas of the Atlantic Ocean*. M.: GUGK, 1990 P. 126–127.
 20. Dziak R., Park M., Lee W. et al. Tectonomagmatic activity and ice dynamics in the Bransfield Strait back-arc basin, Antarctica // *J. Geophys. Res.* 2010. V. 115. DOI: 10.1029/2009JB006295. 14 p.
 21. Eagles G., Vaughan A. Gondwana breakup and plate kinematics: business as usual // *Geoph. Res. Lett.* 2009. V. 36. L10302. P. 1–4.
 22. Fisk M. Volcanism in the Bransfield Strait, Antarctica // *J. South Am. Earth Sci.* 1990. V. 3. P. 91–101.
 23. Forsyth D. Fault plane solution and tectonics of the South Atlantic and Scotia sea // *J. Geophys. Res.* 1975. V. 80. P. 1429–1443.
 24. Fretzdorff S., Livermore R., Devey C. et al. Petrogenesis of the back-arc East Scotia Ridge, South Atlantic Ocean // *J. Petrol.* 2002. V. 43. P. 1435–1467.
 25. Fretzdorff S., Worthington T., Haase K. et al. Magmatism in the Bransfield Basin: Rifting of the South Shetland Arc? // *J. Geophys. Res.* 2004. V. 109. 19 p.
 26. Galindo-Zaldivar J., Gamboa L., Maldonado F. et al. Bransfield Basin Tectonic Evolution // *Antarctica*. Springer-Verlag. 2005. P. 241–246.
 27. Galindo-Zaldivar J., Jabaloy A., Maldonado A., Sanz de Galdeano C. Transensional deformation and internal basin evolution in the South Scotia ridge // *Terra Antarctica*. 1994. V. 1. P. 303–306.
 28. Gamboa, L., Maldonado A. Geophysical investigations in the Bransfield Strait and in the Bellingshausen Sea, Antarctica // *AAPG*. 1990. V. 31. P. 127–141.
 29. Gonzalez-Casado J., Giner-Robles J., Lopez-Martinez J. Bransfield basin, Antarctic peninsula: not a normal back-arc basin // *Geology*. 2000. V. 28. P. 1043–1046.
 30. Gonzalez-Ferran C. The Bransfield rift and its active volcanism // *Geological evolution of America*. Cambridge Univ. Press. 1991. P. 505–509.
 31. Gracia E., Canals M., Ferran M. et al. Central and eastern Bransfield basins (Antarctica) from high resolution swath-bathymetry data // *Antarctic Science*. 1997. V. 9. P. 168–180.
 32. Gracia E., Canals M., Ferran M. et al. Morphostructure and evolution of the central and eastern Bransfield basin (NW Antarctic peninsula) // *Mar. Geophys. Res.* 1996. V. 18. P. 429–448.
 33. Grad M., Guterch A., Janik T. Seismic structure of the lithosphere across the zone of subducted Drake plate under the Antarctic plate, West Antarctica // *Geophys. J. Int.* 1993. V. 115. P. 586–600.
 34. Grad M., Guterch A., Sproda P. Upper crustal structure of Deception Island area, Bransfield Strait, West Antarctica // *Antarctic Science*. 1992. V. 4. P. 469–476.
 35. Grad M., Shiobara H., Janik T. et al. Crustal model of Bransfield rift, west Antarctica, from detailed OBS refraction experiments // *Geophys. J. Int.* 1997. V. 130. P. 506–518.
 36. Hayes D., LaBrecque J. Sediment isopachs: Circum-Antarctic to 30° S // *Marine Geological and Geophysical Atlas of the Circum-Antarctic to 30° S*. Boulder: AGU, 1991. P. 29–33.
 37. Klinkhammer G., Chin C., Keller R. et al. Discovery of new hydrothermal vents sites in Bransfield strait, Antarctica // *Earth Planet. Sci. Lett.* 2001. V. 193. P. 395–407.
 38. Larson R., Chase C. Late Mesozoic evolution of the western Pacific // *Geol. Soc. Am. Bull.* 1972. V. 83. P. 3627–3644.
 39. Larter R., Barker, P. Effects of ridge crest-trench interaction on Antarctic-Phoenix spreading: forces on a young subducting plate // *J. Geophys. Res.* 1991. V. 96. P. 19583–19607.
 40. Lawver L., Keller R., Fisk M., Strelin J. Bransfield strait, Antarctic peninsula active extension behind a dead arc // *Backarc basins, tectonic and magmatism*. N.Y.: Plenum Press, 1995. P. 315–342.
 41. Livermore R., Balanya J., Maldonado A. et al. Autopsy on a dead spreading center: The Phoenix ridge, Drake passage, Antarctica // *Geology*. 2000. V. 7. P. 607–610.

42. *Livermore R., McAdoo D., Marks K.* Scotia Sea tectonics from high-resolution satellite gravity // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1994. V. 123. P. 255–268.
43. *Lodolo E., Coren F., Schreider A.A., Ceccone G.* Geophysical evidence of a relict oceanic crust in the southwestern Scotia sea // *Mar. Geophys. Res.* 1998. V. 19. P. 439–450.
44. *Ludwig W., Houtz R.* Isopach Map of the sediments in the Pacific Ocean Basin // *Am. Ass. Pet. Geol. Tulsa. Okla.* 1979. 1 sheet.
45. *Marks K., Smith W., Sandwell D.* Evolution of errors in the altimetric bathymetry model used by Google Earth and GEBCO // *Mar. Geophys. Res.* 2010. V. 31. P. 223–238.
46. *Prieto M., Canals M., Ercilla G., Batist M.* Structure and geodynamic evolution of the Central Bransfield Basin (NW Antarctica) from seismic reflection data // *Mar. Geol.* 1998. V. 149. P. 17–38.
47. *Ryan W., Carbotte S., Coplan J. et al.* Global Multi-Resolution Topography synthesis // *Geochem. Geophys. Geosyst.* 2009. V. 10. 9 p.
48. *Smith W., Sandwell D.* Global sea floor topography from satellite altimetry and ship depth soundings // *Science.* 1997. V. 277. P. 1956–1962.
49. *Smith W., Wessel P.* Gridding with continuous curvature splines in tension // *Geophysics.* 1990. V. 55. P. 293–305.
50. Tectonic map of the Scotia Arc, 1985, 1 : 3 000 000 // BAS London. 1 sheet.
51. *Weaver S., Saunders A., Pankhurst R., Tarney J.* A geochemical study of magmatism associated with the initial stages of back arc spreading: The quaternary volcanics of Bransfield strait from south Shetland islands // *Count. Biner. Petrol.* 1979. V. 68. P. 151–169.
52. www.topex.ucsd.edu/html/mar_topo.html 2011

The Bransfield Strait Basin Development Stages

Al. A. Schreider, A. A. Schreider, E. I. Evsenko

The study of the Bransfield Strait sedimentary body allows us to distinguish some sedimentary complexes, construct the first electronic scheme of the acoustic basement, and reveal four stages of the evolution of its bottom that updates the previous knowledge about the strait formation. In the first stage, there was escalating of extension accompanied by local breaks of the continental crust in the periphery of the Antarctic Peninsula. In the second stage, the graben structure was formed north of the Antarctic Peninsula that was filled with the lower sedimentary seismostratigraphic complex deposits. During the third stage, the continuing processes of tension led to intense explosive activity of the growing volcanic constructions and to the filling of the graben with the deposits of the intermediate seismostratigraphic complex. The fourth stage has been continuing up to the present time. This stage is characterized by quasi-linear localization of the main centers of volcanic activity in a band closer to the South Shetland Islands and formation of the upper seismostratigraphic complex of deposits. The evolution of the Bransfield Strait bottom reflects the process in the last millions years of penetration of the American-Antarctic Ridge into the continental lithosphere of the Antarctic Peninsula.