

ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.248.2 + 551.21.03

“...благодаря трудностям дальних исследований,  
улучшается знание ближних местностей”  
В. И. Вернадский, 22.11.1921

**НЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОСТРОВА ДЕСЕПШЕН  
(АНТАРКТИКА) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТРУКТУРНО-  
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

© 2021 г. Н. Н. Дунаев<sup>1, \*</sup>, Г. В. Брянцева<sup>2</sup>, М. А. Кузнецов<sup>3</sup>

Представлено академиком РАН Л.И. Лобковским 07.06.2021 г.

Поступило 07.06.2021 г.

После доработки 08.07.2021 г.

Принято к публикации 24.08.2021 г.

Представлены результаты анализа конструкции вулкана стромболианского типа после его эксплозивного кальдерообразующего извержения. Объектом исследований выбран вулкан Десепшен Южно-Шетландского архипелага (Антарктика) в соответствии со “Стратегией развития деятельности Российской Федерации в Антарктике на период до 2020 г. и на отдаленную перспективу до 2030 г.”. На основании оригинальных структурно-геоморфологических построений и литературных данных выявлена его современная тектоническая структура и дана оценка влияния геодинамических обстановок сопредельных районов на его развитие. Сделан вывод о том, что вулкан Десепшен возник на пересечении крупной разломной зоны Герой и регионального разлома, обрамляющего с юго-востока архипелаг, без влияния геодинамического режима сопредельного рифта Брансфилд, которому ряд исследователей отводят ведущую роль в его истории. Для современной структуры вулкана характерна блоковая тектоника с доминированием разломов СВ-простираения.

*Ключевые слова:* Антарктика, вулканизм, новейшая тектоника, структурная геоморфология

**DOI:** 10.31857/S2686739721120045

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время широкомасштабные и целенаправленные научные исследования в Антарктике, начало которым было положено во второй половине 50-х годов XX в., проводятся многими странами. В их числе Россия по ряду позиций занимает лидирующее место.

Одним из районов Антарктики, привлекающим повышенное внимание исследователей многих научных направлений, в особенности геологических и биологических, является остров Десепшен

вулканического происхождения, имеющий большое природное, научное, историческое, просветительское и эстетическое значение. Десепшен считается природной лабораторией для проведения междисциплинарных исследований, результаты которых выйдут за рамки регионального значения. Он является также одним из наиболее популярных туристических объектов Антарктики.

Геологическое строение Десепшена изучалось специалистами Испании, Великобритании, Аргентины и др. Его неотектоническая структура рассматривалась с позиции выделения разрывных нарушений и линеаментов при разных методических подходах ([1–3] и др.). Поэтому пока нет единого мнения о новейшей тектонике острова. Представленная работа отражает одно из перспективных направлений в его исследовании. Авторы предлагают свое видение основных элементов неотектонической структуры и местоположения острова, которое, надеемся, найдет соответствующий отклик коллег. Основная задача – создание картографической модели его новейшей тектонической структуры как основы для изучения ее

<sup>1</sup> *Институт океанологии им. П.П. Шириова  
Российской академии наук, Москва, Россия*

<sup>2</sup> *Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, геологический факультет,  
Москва, Россия*

<sup>3</sup> *Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, географический факультет,  
Москва, Россия*

\*E-mail: [dunaev@ocean.ru](mailto:dunaev@ocean.ru)

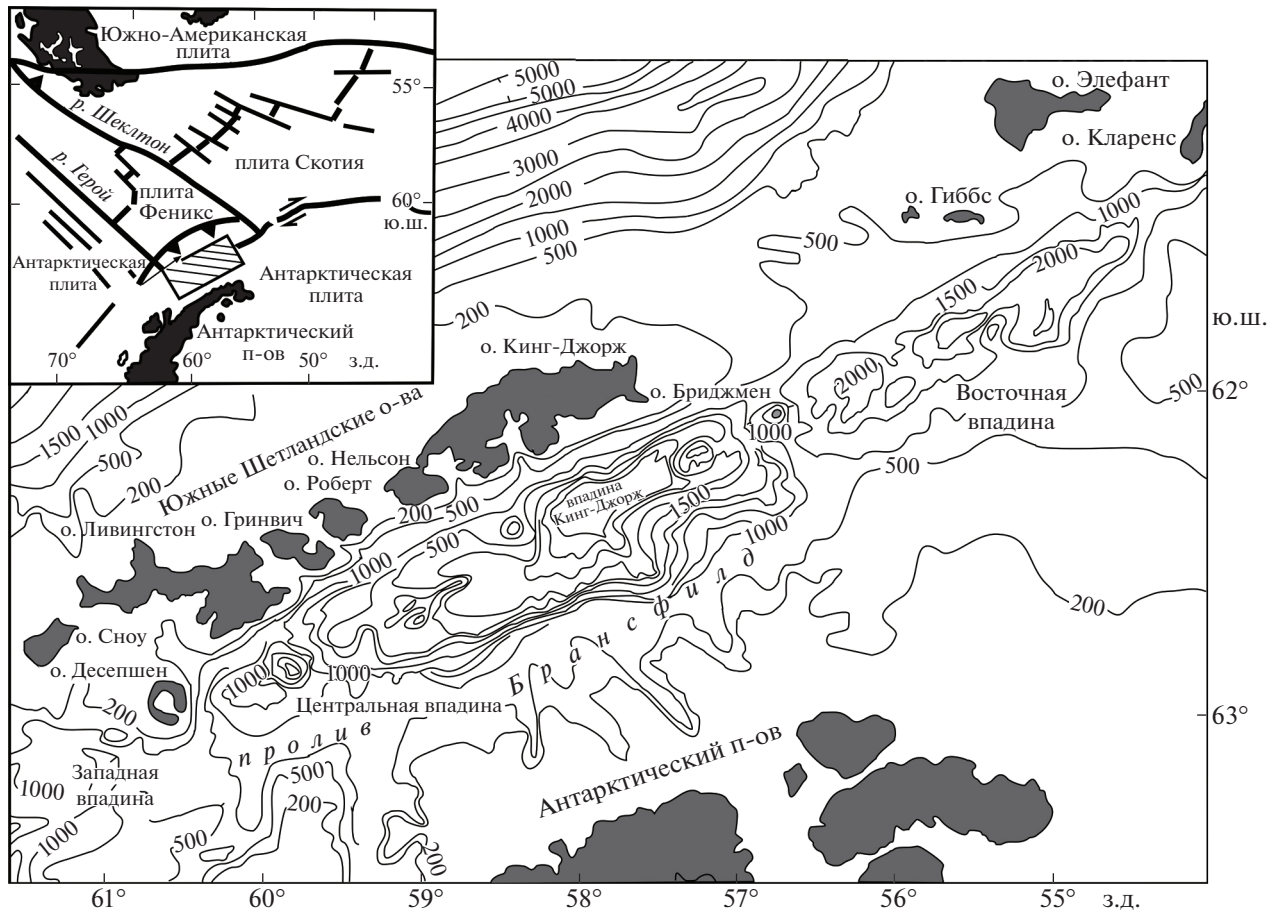


Рис. 1. Местоположение о. Десепшен по [4] с незначительными изменениями.

соотношения с проявлениями вулканизма, динамикой берегов и др.

### МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА О. ДЕСЕПШЕН

Остров Десепшен расположен на юго-западной окраине архипелага Южные Шетландские острова (рис. 1), которые являются надводной частью либо соответствующей им тектонической микроплиты, либо континентального Южно-Шетландского макроблока. Он имеет форму асимметричного разорванного кольца с бухтой Порт-Фостер в центре. Наиболее близкое к реальности определение размера его субаэральной части составляет около 113 км<sup>2</sup>, а ее рельеф представлен низким холмогорьем с максимальной высотой 539 м над уровнем моря. На высотах более 200 м территория покрыта перманентным снежным и снежно-ледниковым покровом мощностью до нескольких десятков, а местами до 100 м (рис. 2).

Остров открыт Уильямом Смитом (1790–1847) 19 февраля 1819 г. Его первым посетителем был

21-летний капитан промыслового судна – шлюпа “Неро” – (“Герой”) Н.Б. Палмер (1799–1887) в ноябре 1820 г., давший ему название Десепшен (Обман) из-за его обманчивого внешнего вида не как обычного острова (рис. 2).

Десепшен – действующий вулкан 1.4–1.5-километровой высоты от морского дна. Одни исследователи считают его стратовулканом, другие щитовым, третьи композитным, принимая, что его большая нижняя часть соответствует щитовому типу, а верхняя стратовулкану. Диаметр его подводного основания по разным оценкам составляет 25–30 км, а надводного в разных сечениях 13–15 км (9.3 мили). Очаг вулкана состоит либо из большой, но неглубокой активной магматической камеры, либо из нескольких неглубоких (≤10 км) магматических камер и питается магмами, поднятыми непосредственно из мантии, либо из зоны накопления магмы, расположенной на границе кора–мантия на глубине 15–20 км (глубина границы Мохо под Десепшеном по геофизическим данным определяется от 15–18 до 20–24 км). В глубинном строении земной коры, подстилающей вулканическую структуру острова, установ-



Рис. 2. Космический снимок о. Десе́пшен. NASA, Landsat-8. Дата съемки 23.03.2018 (дата обращения 22.01.2021).

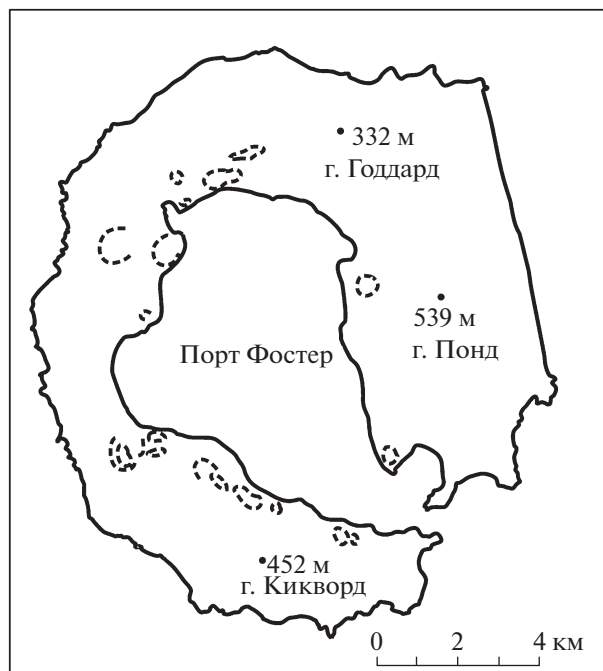


Рис. 3. Районы преимущественного размещения посткальдерных микрократеров о. Десе́пшен (по [12] упрощенно).

лена вертикальная и латеральная неоднородность. Рыхлые неконсолидированные и слабо консолидированные осадки, содержащие значительные объемы лав и туфов, на глубине 0.6–1.4 км подстилаются консолидированными осадочными породами и лавами. Крутозалегающая тектоническая зона, проходящая непосредственно через центральную часть острова, разделяет его на юго-восточный и северный сектора с разной глубинной структурой. Нормальная магнитная полярность всех обнаженных пород Десе́пшена указывает на то, что они моложе 0.78–0.75 млн л., а по данным К–Аг-анализа большая часть субаэральной части острова была построена в последние 0.35–0.2 млн л. [5–8].

Формирующая Десе́пшен магматическая деятельность началась с ряда подводных извержений, сопровождаемых формированием подушечных лав основного состава, на которых субаэральные извержения создали стратовулкан стромболианского типа. Фрагменты его пирокластики характеризуются в основном базальтовым и андезито-базальтовым составом и обычно представлены вулканическим стеклом с фенокристаллами плагиоклаза и некоторых пироксенов [8].

Около 10000 лет назад, либо в интервале 8300–3980 л. н. (некоторые исследователи отдают приоритет дате  $3980 \pm 125$  л. н.) произошло мощное извержение вулкана [7, 9]. В результате крупного и сильного взрыва на поверхность стремительно

изверглось по разным оценкам от  $30 \pm 10$  до 60–90 км<sup>3</sup> магматического материала. За извержением последовали коллапс вершины вулкана и формирование кальдеры, процесс которого оценивается неоднозначно: предшествующий гравитационный коллапс магматической камеры, обрушение вулканической постройки по полигональной сети разломов или по кольцевому разлому. Не исключается и формирование кальдеры вследствие процесса расширения в результате сдвиговых деформаций в районе вулкана [1, 7, 10, 11]. Ее границу протяженностью 32 км обычно проводят по главному водоразделу острова. Меньший диаметр кальдеры определяется в 8–10 км, а больший в пределах 12–16 км. Позднее в нее проникло море, образовав бухту Форт-Постер.

Посткальдерная фаза развития вулкана включает и совсем недавние исторические извержения (1829–1970 гг.) небольших объемов – от <0.1 км<sup>3</sup> до 0.2 км<sup>3</sup> и представлена несколькими десятками небольших эруптивных кратеров, рассеянными внутри кальдеры (рис. 3). Характер извержений представлен стромболианским, сурцеянским и маарским типами [7, 13].

Вариант исходной надводной формы вулкана Десе́пшен предложен на рис. 4. Современное субаэральное сооружение составляет около 80% его прежнего объема.



Рис. 4. Палеорекострукция докальдерного о. Десепшен [14].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходным материалом для составления структурно-геоморфологической модели Десепшена послужили топографические и батиметрические карты разного масштаба, анализ которых дополнен результатами дешифрирования современных космоснимков среднего уровня пространственного разрешения семейства Landsat 8 (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), космоснимками высокого и сверхвысокого разрешения с интернет-ресурсов Google Earth (<https://earth.google.com/web/>) и Bing (<https://www.bing.com/maps>), литературными данными по геолого-геоморфологическому строению и геофизическим исследованиям острова. Анализ разновременных (2003–2020 гг.) космических снимков позволил уточнить имеющиеся данные о рельефе, отраженном на топографических картах XX и начала XXI веков.

На основании имеющихся топографических карт и космических снимков авторами статьи построена ЦМР о. Десепшен (1: 25000) по методу интерполяции Торо to Raster с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.3. При выполнении структурно-геоморфологического анализа ЦМР улучшает восприятие распределения высотного фона территории и помогает лучше понять закономерности локализации линейных элементов разных порядков. В районах острова, находящихся под ледниками и снежниками, особенно ценными оказались данные, полученные при анализе диапазонов TIRS (Thermal Infrared Sensor в ИСЗ Landsat 8), показывающих температуру земной поверхности, линейные увеличения которой отражают вероятные тектонические нарушения.

Одним из методов определения неотектонической обстановки какого-либо района является структурно-геоморфологический. Он исходит из представления о том, что рельеф и экзодинамика

земной поверхности отражают неотектонический этап развития земной коры и базируются на выявлении их тектономорфных свойств. Следует подчеркнуть, что рельеф обладает особенно высокой информационной емкостью и позволяет использовать его характеристики для диагностики и картографирования создавших его деформаций приповерхностного (до первого геофизического раздела) горизонта земной коры, набор индикаторов которых определяется регионально. Со временем часть таких деформаций может стать пассивной, но преобладающее их количество продолжает развиваться в современном рельефе. Обычно последние и выделяются при структурно-геоморфологическом дешифрировании рельефа. При этом особое внимание уделяется выявлению линейных элементов, представляющих разрывы со смещением и трещины. Их появление связано с разрешением напряженного состояния соответствующего участка земной коры в некотором линейно ориентированном пространстве. Как правило, они возникают в геодинамических условиях преимущественного растяжения. С ними часто связаны зоны повышенной дезинтеграции геологических отложений и проницаемости приповерхностных горизонтов земной коры, а также дизъюнктивные дислокации типа раздвигов и сбросов. В качестве одного из маркеров они привлекаются при определении границ конкретных структурных форм.

Структурно-геоморфологический метод разрабатывался разными авторами, но в данном исследовании в основном использованы методические приемы, предложенные Н.П. Костенко [15], успешно апробированные на практике. Рекомендованные методические подходы позволяют построить картографическую модель новейшей тектоники изучаемого района вне зависимости от приверженности авторов к какой-либо из существующих геодинамических концепций, т.е.

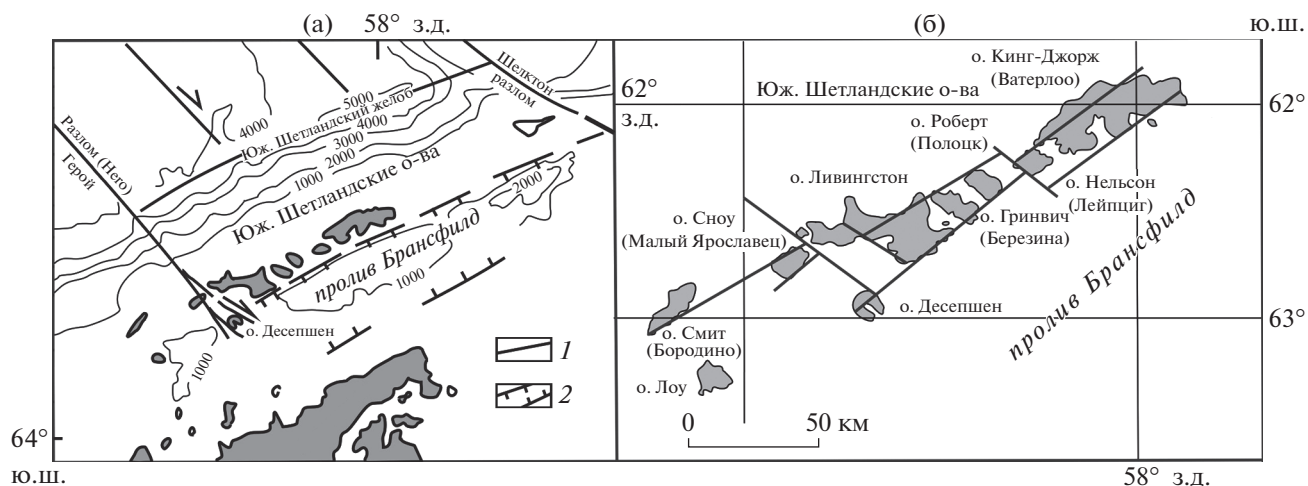


Рис. 5. Основополагающие разломы о. Десеппен. а – по [6] упрощенно: 1 – разломы, 2 – рифтовая впадина; б – система разломов, выделенная авторами на основе структурно-геоморфологического анализа архипелага Юж. Шетландских островов.

представить структуру (тектоническую организацию) соответствующего участка Земли как форму залегания верхнекоровых геологических отложений: складчатую, блоковую, сводово-глыбовую и др. В цитируемой работе обоснованы геоморфологические и геологические признаки выделения на земной поверхности новейших объемно-площадных структурных форм разной конфигурации, а также линейментов, часто соответствующих тектоническим разрывным нарушениям разного масштаба.

Известно, что проявление вулканизма как финального следствия продвижения к поверхности Земли ее расплавленных масс обусловлено тектоническими разломами земной коры, а не наоборот. Поэтому при изучении новейшей структуры острова главное внимание было уделено анализу его разломной тектоники, представляющей большой интерес и значение для выявления региональных особенностей их соотношения. Согласно современным тектонофизическим представлениям под разломом понимается линейно выраженное механическое нарушение сплошности деформируемого тела протяженностью более 100 м, образующееся под действием приложенных к нему внешних сил. В рельефе о. Десеппен с разломами связано изменение простираний гребней поднятий, расширение (сужение) площадных форм, коленообразные изменения направлений изогипс или их сгущение на значительном линейно выраженном протяжении и др. Системность линейментов (повторяемость простираний) также свидетельствует об их разломно-тектонической природе.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ДИСКУССИЯ

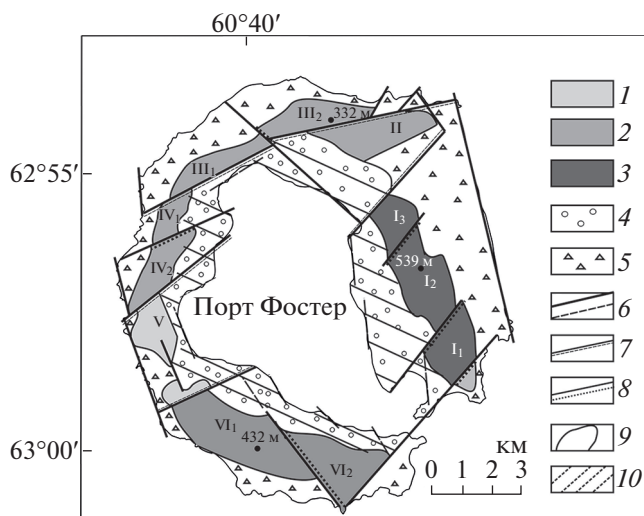
Согласно нашим исследованиям, о. Десеппен располагается на пересечении разломной зоны Герой и регионального разлома, ограничивающего с ЮВ Южно-Шетландский архипелаг (рис. 5).

Разломная зона Герой в рельефе морского дна выражена, подобно разломной зоне Шеклтон, хребтом СЗ-простираия и субпараллельными ему ущельями общей шириной до первых десятков километров, обусловленных спрямленными линейными нарушениями сплошности земной коры. Один из поперечных профилей через эту зону в генерализованном виде представлен на рис. 6.

На выходе из Южно-Шетландского желоба к островному макроблоку разломная зона Герой испытывает ветвление. Район пересечения одной из его ветвей со смещенной правосторонним сдвигом в районе пролива Нельсон юго-западной частью регионального разлома, обрамляющего с юго-востока архипелаг (рис. 5 Б), оказался благоприятным для притока магматического расплава, что привело к возникновению вулканического острова Десеппен. Не исключено, что именно этот региональный разлом разделяет здесь два ти-



Рис. 6. Рельеф дна по профилю через пролив Дрейка по [12] с некоторыми изменениями. Разломные зоны: 1 – Шеклтон, 2 – Герой.



**Рис. 7.** Структурно-геоморфологическая схема о. Десеппшен. Разновысотные блоки: 1 – менее 300 м, 2 – 300–500 м, 3 – более 500 м; 4 – склоны кальдеры обрушения, 5 – внешние склоны вулкана, 6 – разломы (а), линеаменты и зоны повышенной трещиноватости (б); границы структурных форм: 7 – первого порядка, 8 – второго порядка, 9 – отдельных поднятий; 10 – зона повышенной проницаемости. Цифрами обозначены структурные формы первого порядка: I – Понд, II – Годдард, III – Терраса, IV – Кендалл, V – Фумарол, VI – Кирквуд.

па коры, о которых упоминали С.Е. Шнюков и соавт. ([8] и др.).

В кольцеобразной геолого-геоморфологической структуре острова на всем протяжении выделяется срединное поднятие в виде платоподобной гребневой зоны, разбитой на блоки разного размера, высоты и простирания тектоническими разломами СВ- и СЗ-направления при доминировании первых. Наиболее крупным и высоким фрагментом поднятия является Понд, наиболее низким и небольшим Фумарол (рис. 7).

Блоки окружают кальдеру обрушения, частично заполненную морской водой с образованием бухты Порт Фостер. Окружающие бухту склоны высотой не более 250–300 м покрыты многочисленными вулканическими глыбами, а по их подножиям развиты посткальдерные микрократеры и микровулканчики. Блок *Понд* (I), расположенный на востоке вулкана, имеет север-северо-западное простирание и подразделяется на несколько блоков 2 порядка разломами СВ-простираания. Блок *Годдард* (II) с высотой поверхности немного более 300 м расположен на северо-востоке вулкана и отделяется от соседних блоков разломами СВ-простираания. Блок *Терраса* (III), окаймляющий кальдеру с севера, отделяется от нее разломами В–СВ-простираания. В его пределах можно выделить два протяженных блока с высотами 300–400 м, подразделяемых разломом

СЗ-простираания. Блок *Кендалл* (IV) имеет дугообразную форму и ограничивает кальдеру вулкана с запада. В пределах этой структурной формы можно выделить два блока с высотами 300–400 м, которые подразделяются разломами СВ-простираания. Блок *Фумарол* (V) с высотами до 300 м расположен между поднятиями Кендалл и Кирквуд. Он ограничен со стороны моря особенно ярко выраженными береговыми обрывами. Блок *Кирквуд* (VI), расположенный на юго-западе вулкана, отделяется от блока *Фумарол* разломом СВ-простираания и подразделяется на два блока. Средние высоты здесь достигают 400 м.

Отчетливая блоковая структура Десеппшена с выдержанными простираниями выявленных разломов говорит в пользу того, что она была сформирована до его вулканического извержения, а не является следствием последнего. Наиболее глубоко заложенные разломы послужили основными каналами в процессе предкальдерного вулканического извержения и последующего формирования кальдеры обрушения. Близкая точка зрения высказывалась ранее некоторыми исследователями ([12] и др.).

Кальдера острова ограничена локальными разломами указанных направлений и синхронными линеаментами повышенной проницаемости, отражающих ослабление в их пределах прочностных характеристик приповерхностных отложений и в определенной мере контролировавших процесс обрушения в форме квазиэллипса СЗ-простираания. Упомянутые линеаменты выделяются по границе контрастных изменений поля высот на ее склонах – смены сгущенных изогипс разреженными и по обобщенной границе распространения трещин отседания. По-видимому, с дислокациями подобного рода связано и формирование посткальдерных микрократеров (рис. 3). Форма кальдеры подчеркивается в рельефе эпикальдерной экзодинамикой с преобладанием плоскостного смыва, развитием гравитационных, нивальных и мерзлотных процессов. Линейная эрозия выражена слабо. Здесь следует уточнить, что в связи с большим количеством вариаций определения вулканических понятий и терминов в нашем исследовании приняли: *кальдера* – циркуобразная макрокотловина в рельефе вулкана вокруг предшествовавшего извержения; *кратер* – локальная чаше воронкоподобная депрессия в рельефе вулкана вокруг подводного к земной поверхности канала (жерла) магматического очага.

Одним из наиболее дискутируемых вопросов по о. Десеппшен является роль задугового рифта Брансфилд в его формировании и развитии как вулкана. По нашему мнению, нет достаточных оснований считать Десеппшен следствием процессов в рифте Брансфилд как *геодинамическом* объ-

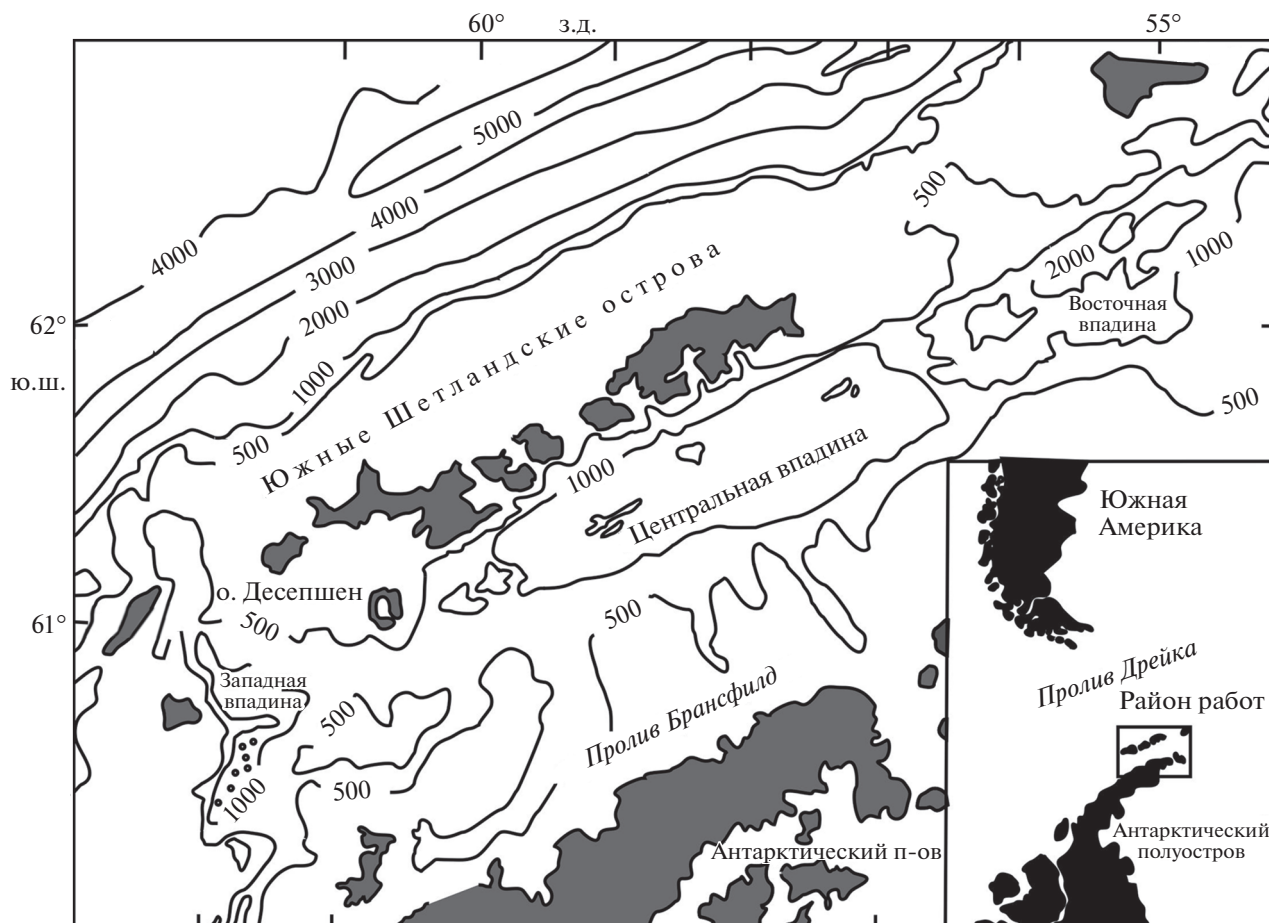


Рис. 8. Схема батиметрии пролива Брансфилд [18]. Точками выделено предполагаемое рядом исследователей ([4, 17] и др.) продолжение рифтовой зоны Брансфилд.

екте (разный тип коры и состав магматического вещества, отсутствие хорошо организованных магнитных аномалий, характерных для зрелых задуговых бассейнов, иное простирание разломов, образующих блоковую структуру острова), так и продолжать рифт ([4, 17] и др.) за структурный порог одноименного пролива как географического объекта в районе Десеппшена во впадину юго-восточнее о. Лоу, где он должен изменить свое простирание с  $60^{\circ}$ – $65^{\circ}$  на  $15^{\circ}$  (рис. 8).

Западнее разломной зоны Герой, где находится указанная впадина, геодинамическая и структурно-тектоническая обстановка иная, нежели в рифте Брансфилд. Эта впадина заложена по разлому, сопряженному с одной из ветвей разломной зоны Герой СЗ-простирания, прослеживающейся в районе пролива Бойда, разделяющего острова Смит и Сноу. По разлому такого же СВ-направления ( $15^{\circ}$ ) сформировался севернее расположенный пролив Осмар, разделяющий острова Смит и Лоу. В пределах впадины зарегистрированы глубокофокусные землетрясения, чего недостаточно для того, чтобы предполагать в ней

процессы задугового спрединга, как в рифтовой зоне Брансфилд. Такого рода землетрясения в большем количестве отмечены и в проливе Бойда. Также нет оснований отождествлять ситуацию в районе о. Десеппшен с подводным порогом в районе о. Бриджмен, который находится на глубине более 1200 м и не влияет на простирание рифта. У о. Десеппшен глубины морского дна на участке предполагаемого некоторыми исследователями продолжения рифта Брансфилд постепенно увеличиваются от берега в южном направлении к шельфу Антарктического полуострова, не превышая 600 м (рис. 1, 8). В свете изложенного согласимся с рядом исследователей в том, что распространение рифта Брансфилд в западном направлении заканчивается до о. Десеппшен.

## ВЫВОДЫ

Вулканизм о. Десеппшен предопределен его расположением на пересечении крупных разрывных нарушений земной коры — регионального разлома по юго-восточному обрамлению Южно-

Шетландского архипелага и более крупной разломной зоны Герой, по которой наряду с разломной зоной Шеклтон на протяжении позднего кайнозоя происходит подвиг литосферной микроплиты Феникс под Антарктическую континентальную литосферную плиту (рис. 1). При этом вулкан Десепшен приурочен не к оси разломной зоны Герой, а к его восточному ответвлению. Подобное отклонение отдельных вулканов от основной линии крупного разлома как закономерность отмечал Э.Н. Эрлих [19]. В настоящее время Десепшен характеризуется блоковой тектонической структурой, созданной разломами локального масштаба СЗ- и СВ-простираения с доминированием последних. Кинематика блоков видна по их высотным отметкам. Принимая, что глубина проникновения таких разломов сопоставима с их длиной [20], можно сделать вывод о близкповерхностном (несколько километров) нахождении магматических очагов, питающих микрократеры острова. Наличие линейных зон повышенной проницаемости создает эффект предполагаемого рядом исследователей кольцевого разлома как единой дизъюнктивной дислокации, по которому, с их точки зрения, произошло обрушение кальдеры. Однако процесс обрушения не формирует отчетливо выраженную системность в ориентации и распределении разломов, в то время как обрушение по системе разломов вокруг центра извержения представляется весьма логичным. Неравномерное обрушение по разломам отразилось в разной высоте выделенных блоков, которая поддерживается доныне, возможно, с некоторой корректировкой. В представленной работе показаны основные черты современной структуры о. Десепшен. В перспективе она будет уточнена и дополнена. Представляется также весьма привлекательным сопоставить новейшую структуру о. Десепшен с динамикой его берегов.

#### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в соответствии с темой Госзадания № 0128-2021-0004.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую благодарность профессору университета Севильи Кристине Торресиас, доктору Аделине Гейер (Институт наук о Земле им. Жауме Альмера, г. Барселона) и эксперту экологической Коалиции по охране Антарктики и Южного океана (ASOC) доктору Рикардо М. Роура за весьма ценные консультации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Rey J., Somoza L., Martinez-Frias J.* Tectonic, Volcanic, and Hydrothermal Event Sequence on Deception

Island (Antarctica) // *Geo-Marine Letters*. 1995. V. 15. P. 1–8.

2. *Maestro A., Somoza L., Rey J., et al.* Active Tectonics, Fault Patterns, and Stress Field of Deception Island: A Response to Oblique Convergence between the Pacific and Antarctic Plates // *Journal of South American Earth Sciences*. 2007. V. 23. P. 256–268.
3. *Pérez-López R., Giner-Robles J.L., Martínez-Díaz J.J., et al.* Active Tectonics on Deception Island (West-Antarctica): A New Approach Using the Fractal Anisotropy of Lineaments, Fault Slip Measurements and the Caldera Collapse Shape // *USGS OFR-2007-1047, Short Research Paper 086*, P. 1–4. <https://doi.org/10.3133/of2007-1047.srp086>
4. *Шрейдер Ал.А., Шрейдер А.А., Евсенок Е.И.* Этапы развития бассейна пролива Брансфилд // *Океанология*. 2014. Т. 54. № 3. С. 396–405.
5. *Geyer A., Alvarez-Valero A.M., Gisbert G., et al.* Deciphering the Evolution of Deception Island's Magmatic System // *Scientific Reports*. 2019. V. 9 (1). № 373. P. 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36188-4>
6. *Baraldo A., Rapalini A., Böhnell H., Mena M.* Paleomagnetic Study of Deception Island, South Shetland Islands // *Antarctica. Geophys J. Int.* 2003. V. 153 (2). P. 333–343.
7. *Martí J., Geyer A., Aguirre-Díaz G.* Origin and Evolution of the Deception Island Caldera (South Shetland Islands, Antarctica) // *Bull. of Volcanology* 2013. V. 75. P. 1–18. <https://doi.org/10.1007/s00445-013-0732-3>
8. *Шнюков С.Е., Лазарева И.И., Хлонь Е.А. и др.* Модель формирования вулканических и морских вулканогенно-осадочных образований острова Десепшен (Западная Антарктида): исходные данные для моделирования // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2013. № 1. С. 44–65.
9. *Antoniades D., Giralto S., Geyer A., et al.* // The Timing and Widespread Effects of the Largest Holocene Volcanic Eruption in Antarctica // *Scientific Reports*. 2018. 8(1): 7279. P. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35460-x>
10. *Muniz M.C., Anjos R.M., Cardoso R.P., et al.* Postcaldera Evolution of Deception Island (Bransfield Strait, Antarctica) over Holocene Timescales // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2018. V. 501. P. 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.04.010>
11. *Pérez-López R., Giner-Robles J.L., Martínez-Díaz J.J., et al.* Active Tectonics on Deception Island (West Antarctica): A New Approach by Using the Fractal Anisotropy of Lineaments, Fault Slip Measurements and the Caldera Collapse Shape / In Cooper A.K. et al. eds. *Antarctica: A Keystone in a Changing World – online proceedings of the 10th ISAES, USGS Open-File Report 2007-1047, Short Research Paper 086*, 4 p.
12. *Smellie J.L., López-Martínez J., Headland R.K., et al.* Geology and Geomorphology of Deception Island / *Br. Antarct. Surv., Natural Environmental Research Council*. Cambridge. 2002. 77 p.
13. *Rosado B., Fernández-Ros A., Berrocoso M., et al.* Volcano-tectonic Dynamics of Deception Island (Antarc-



- tica): 27 years of GPS Observations (1991–2018) // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2019. V. 381. P. 57–82.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.05.009>
14. *Torrecillas C., Berrocoso M., Felpeto A., et al.* Reconstructing Paleo-volcanic Geometry Using a Geodynamic Regression Model (GRM): Application to the Deception Island Volcano (South Shetland Islands) // *Geomorphology*. 2013. V. 182. P. 79–88.
  15. *Костенко Н.П.* Геоморфология. М.: МГУ. 1999. 398 с.
  16. *Levashov S., Korchagin I., Kozlenko Yu., Solovyov V.* New Geophysical Data about the Inner Structure of Drake Passage Crust // Украинський Антарктичний журнал. 2006. № 4–5. С. 84–90.
  17. *Бахмутов В.Г.* Эволюция и геодинамика основных структур Западной Антарктики в мезо-кайнозой: Современные представления // Украинський Антарктичний журнал. 2006. № 4–5. С. 52–63.
  18. *Tomasz J.* Seismic Crustal Structure of the Bransfield Strait, West Antarctica // *Polish polar research*. 1997. V. 18. Iss. 3–4. P. 171–225.
  19. *Эрлих Э.Н.* Современная структура и четвертичный вулканизм западной части Тихоокеанского кольца. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1973. 243 с.
  20. *Шерман С.И.* Тектонофизические параметры разломов литосферы, избранные методы изучения и примеры использования. Современная тектонофизика. Методы и результаты. Материалы первой молодежной школы семинара. М.: ИФЗ, 2009. С. 302–318.

## RESULTS OF THE STRUCTURAL AND GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE DECEPTION VOLCANIC ISLAND (ANTARCTIC)

N. N. Dunaev<sup>a, #</sup>, G. V. Bryantseva<sup>b</sup>, and M. A. Kuznetsov<sup>c</sup>

<sup>a</sup> P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<sup>b</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, Russian Federation

<sup>c</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russian Federation

<sup>#</sup> E-mail: [dunaev@ocean.ru](mailto:dunaev@ocean.ru)

Presented by Academician of the RAS L.I. Lobkovskiy June 7, 2021

We present the results of the analysis of the composition of Strombolian type volcano after its explosive caldera-forming eruption. The Deception volcano of the South Shetland Archipelago (Antarctica) was chosen as the object of research in accordance with the “Strategy for the development of the activities of the Russian Federation in Antarctica for the period until 2020 and for the long term until 2030”. The aim of the work is to substantiate the location of the volcano, reveal its modern tectonic structure and assess the influence of geodynamic environments of adjacent regions on its development on the basis of original structural and geomorphological constructions and literature data. The structural and geomorphological research method is developed by the national scientific school and successfully tested in practice. The initial materials were topographic and bathymetric maps of various scales, satellite and GPR (ground penetrating radar) images, a compiled DEM (digital elevation model), and published geophysical and geological information. It is concluded that the Deception volcano arose at the intersection of the large Hero fault zone and the regional fault framing the archipelago from the southeast without the influence of the geodynamic regime of the adjacent Bransfield rift, to which a number of researchers assign a leading role in its history. Modern volcanic structure is characterized by fault-block tectonics with dominated by NE-trending faults.

*Keywords:* Antarctica, volcanism, recent tectonics, structural geomorphology