История наук о Земле 2008. Т. 1. №4. С.63 – 72

УДК 550(058)

50 лет открытию Полюса недоступности в Антарктиде

Ю.Н. Авсюк

Институт физики Земли им.О.Ю.Шмидта РАН, г. Москва, Россия

Аннотация: Приводится краткая информация о проведении геофизических исследований в Антарктиде Институтом физики Земли им. О.Ю. Шмидта, о походе к Полюсу относительной недоступности в 1958 г.

Ключевые слова: Антарктида, Полюс недоступности, гравиметрия, сейсмика, нивелирование

Введение

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта АН СССР (ИФЗ) принимал самое активное участие в организации и проведение исследовательских работ в период Международного Геофизического Года. Автору, сотруднику ИФЗ, повезло быть штурманом-гравиметристом в экспедиционных работах в Антарктиде с 1957 по 1959 гг., а потом быть соучастником интерпретации собранных материалов геофизических наблюдений.

В памяти возникают картины природы голубого континента, айсберги, колонии пингвинов, изменения погоды с ураганным ветром, ночи с полярными сияниями и дни с незаходящим солнцем, с подсвеченными разным цветом облаками. Не забывается также жизнь в коллективе зимовщиков, когда независимо от профессии и водитель, и повар, и радист, и научный сотрудник вместе преодолевают трудности движения в пути санно-тракторного поезда по маршруту, или экипаж самолета, помогающий сотрудникам выносной станции, или санному поезду, или морякам, окруженным льдом и айсбергами. Колорит переживаний в соприкосновении с природой ледового континента и омывающих его морей, западает в память вместе с воспоминаниями о поступках твоих коллег в тех непростых условиях, об их мужестве и постоянном внимании к затруднениям коллег.

С большой теплотой и любовью вспоминаю начальника нашей 3-й Комплексной Антарктической экспедиции Евгения Ивановича Толстикова, командира авиаотряда Виктора Михайловича Перова, начальника транспортного отряда Аркадия Федоровича Николаева и, конечно, сохраняю чувство громадного уважения и любви ко всем, с кем я зимовал и работал в Антарктиде. С благодарностью вспоминаю также научных руководителей этих исследований, которые работали в ИФЗ,– Владимира Владимировича Белоусова, Валерию Алексеевну Троицкую, Юрия Дмитриевича Буланже, Владимира Александровича Магницкого, Михаила Александровича Садовского и всех сотрудников института, которые помогали в работе и давали ответы на возникающие вопросы.

В настоящей статье рассказано о подготовке техники, научного оборудования предшествующими экспедициями, что способствовало реализации успешного похода к далекому Полюсу недоступности в 1958 г.

Изложена интерпретация материалов геофизических исследований в Антарктиде, проведенных во время похода 1956–1959 гг. [1-14].

© Авсюк Ю.Н., 2008

Описание похода к Полюсу недоступности Антарктиды

Начну с краткого описания похода и открытия Полюса недоступности 50 лет тому назад. 13 декабря 1958 г. санно-тракторный поезд 3-й Комплексной Антарктической экспедиции достиг Полюса недоступности. Началось оборудование станции: невдалеке от жилого помещения разместились будки метеоплощадки, была воздвигнута радиомачта, несколько тягачей начали укатывать взлетную полосу. На крыше жилого помещения станции был установлен бюст Владимира Ильича Ленина .

Открытие станции Полюс недоступности ознаменовывалось подъемом Государственного флага. Все участники похода, 17 человек, были построены на метеоплощадке и начальник экспедиции Е.И. Толстиков поднял флаг нашей Родины.

Бюст В.И.Ленина, установленный на станции Полюс недоступности

Наступил торжественный и радостный момент – выполнен наиболее протяженный по тому времени научный поход по неизведанной Антарктиде, достигнут самый удаленный от береговой линии район – выполнено одно из наиболее трудных обязательств по программе Международного геофизического года. Все усилия по подготовке, трудности похода оправданны – цель достигнута. Полюс относительной недоступности Антарктиды открыт советскими людьми.

По прошествии времени ранее казавшиеся разрозненными эпизоды выстраиваются в ряд взаимосвязанных событий, подчиненных одной цели. Поход к Полюсу относительной недоступности был делом всей Антарктической экспедиции. Успех такого крупного предприятия был обеспечен опытом предшествующих экспедиций, тщательной и всесторонней подготовкой техники, научного оборудования и персонала.

Это был поход с широким комплексом геофизических исследований. Достижение наиболее удаленной точки не было самоцелью, она заключалась в проведении научных наблюдений по трассе, максимально представительной для всей Восточной Антарктиды. От берега до самого центра Антарктиды выполнялись непрерывные научные наблюдения. Подготовка к походу велась каждым подразделением экспедиции непрерывно, начиная с момента высадки на материк.

Во время первого осеннего похода тягачей не только была создана станция Советская, но также опробованы тягачи на уширенных гусеницах, выбран оптимальный вариант загрузки саней, отработана методика гравиметрических наблюдений.

В последние дни антарктической осени проводились испытания и совершенствование сейсмической аппаратуры на пробном полигоне в районе станции Пионерской. Этот непродолжительный, но тяжелый поход дал возможность сейсмикам опробовать аппаратуру для теплофизических и ультразвуковых измерений в скважинах, понять особенности возбуждения и приема сигнала в ледово-фирновой толще, а в течение зимы приспособить аппаратуру к этим условиям.

Во время рекогносцировочных полетов отрабатывалась методика аэрологического нивелирования – единственного оперативного метода определения высот по трассе следования научного поезда. Идея метода заключается в том, что самолет в полете

История наук о Земле. 2008.
Т.1.№4. С.63 – 72

Поход поезда тракторов и тягачей "Пингвин" к станциям Комсомольская – Восток

придерживается некоторой фиксированной изобарической поверхности, а по показаниям радиоальтиметра определяется высота дневной поверхности относительно уровня полета. В дальнейшем при необходимости самолеты осуществляли доставку продуктов и горючего движущемуся к Полюсу недоступности поезду.

К началу зимы научный и транспортный состав экспедиции хорошо понимал стоящие перед ними проблемы и имел время учесть их в весеннем походе.

Зима прошла в подготовке техники и аппаратуры. Ранней весной из Мирного вышел поезд тракторов и тягачей «Пингвин». Поезд должен был доставить горючее на станции Пионерская, Комсомольская и обеспечить работу сейсмиков на участке между станциями. Когда часть тракторов, доставивших горючее на Пионерскую, вернулась в Мирный, тронулся в путь основной санно-транспортный поезд к Полюсу относительной недоступности. На всем протяжении пути велись метеорологические, сейсмические, гравиметрические, магнитометрические, теплофизические измерения. По этим наблюдениям составлен разрез ледникового покрова вдоль маршрута поезда, а также получен график изменения гравитационной аномалии и Z-компонента магнитного поля.

Открытые в этом походе подледные горные сооружения (горы Гамбурцева, Голицына, равнина Шмидта) показаны в Атласе Антарктиды. По гравитационным аномалиям установлено, что груз оледенения, легший на материк, вызвал перераспределение подкорового материала, так что к настоящему времени материк находится в изостатически равновесном состоянии. Скважинные измерения температуры и ультразвуковые наблюдения позволили выявить зону наиболее низких температур внутри материка, а также установить тонкую структуру фирновой толщи снега. Снег, спокойно накапливающийся тысячелетиями, под тяжелыми тягачами издавал глухой гул проседания, без каких-либо видимых явлений на поверхности.

В этом походе проявились высокие волевые качества всех его участников. Маршрут похода проходил в тяжелых природных условиях, временами тягачи продвигались в пурге при видимости не более 1 м, застревали в

Один из самолетов, обеспечивающих проведение работ 3-й КАЭ

Санно-тракторный поезд во время подхода к Полюсу недоступности

Определение штурманом-гравиметристом Ю.Н. Авсюком координат во время походов в Антарктиде

сыпучем, как песок, снегу. Но все эти участки поезд преодолевал и двигался дальше и дальше единой колонной. График движения предусматривал остановки для научных наблюдений, в это же время выполнялись заправка и профилактика тягачей. Высокий профессиональный уровень водителей позволял выполнять ремонтные работы в кратчайшие сроки, так что график движения соответствовал запланированному. Конечно, все эти работы делались при большом напряжении сил: мороз и условия высокогорья сильно сказывались на общем самочувствии людей. Некоторым участникам похода по состоянию здоровья пришлось остаться на станции Советской, а потом вернуться в Мирный на самолете.

Успех научного похода с покорением Полюса относительной недоступности можно объяснить, несколько перефразировать слова Ф. Нансена: “на нужном месте оказались необходимые люди, как в подготовке, так и в осуществлении похода”.

Материалы наблюдений и их геофизическая интерпретация

К одним из важнейших задач предпринятого советскими учеными похода в Антарктиде относились исследования в области геофизики – анализ и обобщение результатов научных наблюдений, выполненных в течение Международного геофизического года. Были получены интересные выводы по некоторым разделам исследований, в частности по определению мощности ледникового покрова Антарктиды и выяснению строения ее подледного основания.

Работы в этом направлении проводились 2-й и 3-й Комплексными антарктическими экспедициями в 1956–1958 гг. на профиле общей протяженностью 2100 км от обсерватории Мирный до станции Полюс недоступности (рис. 1).

Резкое изменение скорости прохождения волн и плотности на границе льда и коренных пород создают благоприятные условия для применения сейсмического и гравиметрического методов. Гравиметрические данные были использованы также для получения представлений о глубинном строении материка. Сейсмические работы проводились в основном по методу отраженных волн в его

История наук о Земле. 2008.
Т.1.№4. С.63 – 72

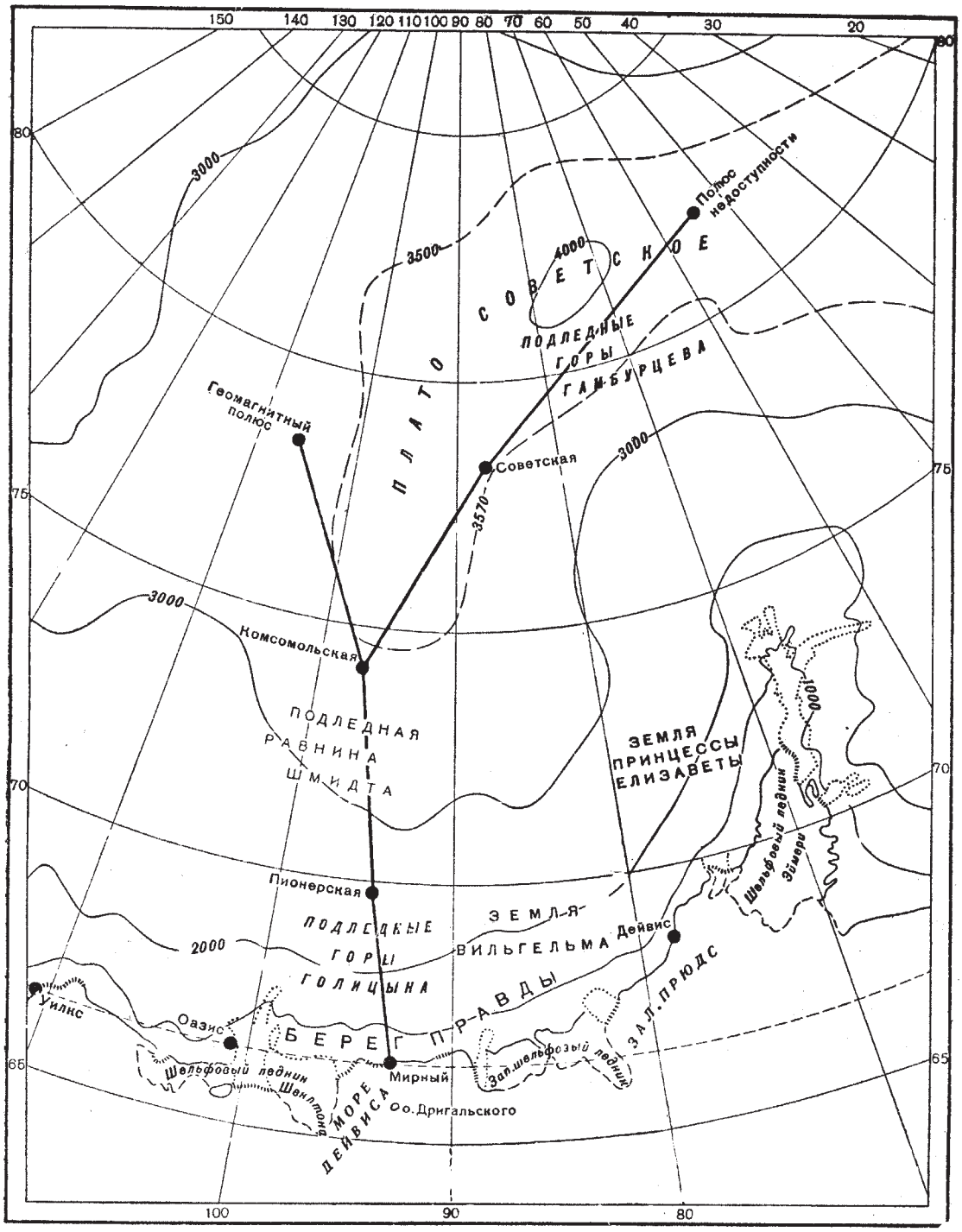

Рис. 1.
Схема маршрутов от станции Мирный к Полюсу недоступности

высокочастотной модификации. В небольшом объеме применялся корреляционный метод преломленных волн.

На полученных сейсмограммах выделялись две основные группы волн: волны, распространяющиеся в верхних частях разреза, и волны, связанные с границей лед–коренные породы.

К первой группе относятся первые продольные и поперечные волны, многократные волны обоих типов и дисперсионные поверхностные волны. Характер этой группы волн определяется строением верхней снежно-фирновой толщи, в которой они распространяются.

Ко второй группе можно отнести волны однократные и многократные, продольные и обменные, отраженные и преломленные на поверхности фундамента.

Анализ волновой картины позволил применить рациональную методику регистрации отражений, различную для разных районов. До 150-го километра от берега взрывы производились в скважинах глубиной 5–15 м.

Отраженные волны здесь одинаково хорошо выделяются на высоко- и среднечастотных фильтрациях. В центральных районах взрывы производились на глубине 50–60 м и применялись высокочастотные фильтрации, что позволило улучшить соотношение амплитуды отражений и фона помех.

Точность результатов сейсмических определений зависит, в первую очередь, от надежности выделения волны, отраженной от поверхности фундамента. Основное затруднение при этом заключается в том, что на сейсмограммах регистрируется целая группа отраженных волн. Однозначный выбор волны для построения разреза возможен только при использовании комбинированных данных отраженных и преломленных волн, зарегистрированных без значительного фона помех. Такие материалы были получены в двух районах: у самого берега и в 50 км от него. В центральных областях глубина залегания коренных пород определена по первой интенсивной отраженной волне, выделенной на сейсмограмме.

При уверенном выделении волн и надежном расшифровании их природы точность определения глубин в основном зависит от точности определения средней скорости. На данной стадии обработки материалов при построении разрезов во всех районах работ принималась скорость, близкая к 3750 м/с. Произведенные оценки показали, что абсолютная ошибка этих определений составляет ±70 м/с. Ошибка определения глубины ложа при этом не превышает ±3 %. Такая высокая точность не может быть обеспечена другими геофизическими методами. Поэтому данные сейсморазведки и являются опорными при изучении строения ледника.

При гравиметрических исследованиях измерения в каждой точке проводились тремя приборами СН-3, что позволяло взаимно контролировать их нормальную работу. Для обеспечения минимального сползания нуль-пункта отсчета температура термостатирования была выбрана равной 0°. При переездах гравиметры амортизировались на мягких подвесках.

Окончательная увязка наблюдений, учет сползания нуля и разброс ошибок производились по опорной сети точных самолетных определений, которые были выполнены по замкнутому маршруту в течение одних суток на станциях Комсомольская, Восток, Советская, Комсомольская, Мирный, Пионерская, Восток-1, Комсомольская. Суммарная ошибка одного наблюдения по основному профилю не превышает ±1.0 мГал (за исключением нескольких точек, где она равна ±1.0 мГал).

По материалам комплексных сейсмических и гравиметрических исследований были построены (рис. 2): сводный разрез ледникового покрова по профилю Мирный–Полюс

Работа Ю.Н. Авсюка с гравиметрами в суровых условиях Антарктиды

Перемещение буровой установки в походе при определении толщины льда в Антарктиде

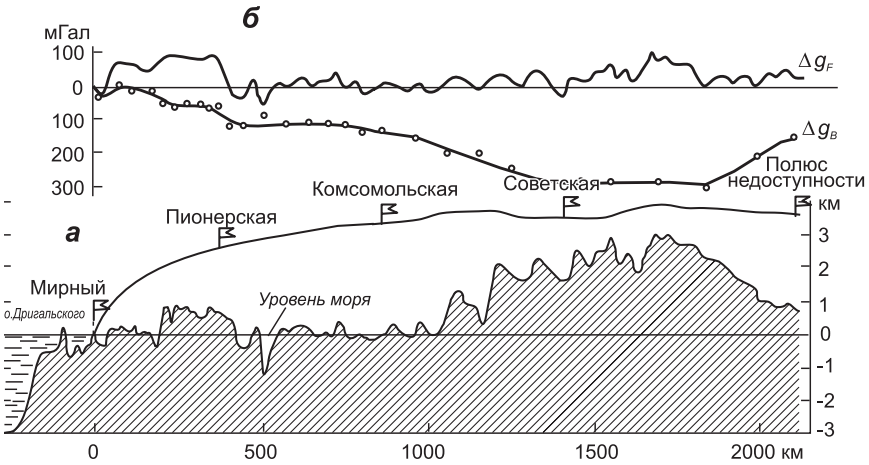

Рис. 2.
Разрез ледникового покрова по профилю Мирный – Полюс недоступности и кривые гравитационных аномалий

недоступности (внизу) и кривые гравитационных аномалий (вверху) в редукциях Фая (ΔgF) и Буге (ΔgB по тому же профилю).

Как видно из разреза, на участке 50-го километра от Мирного ложе ледника располагается ниже уровня моря. По направлению к югу, до 150-го километра, поверхность коренных пород имеет близкие к уровню моря отметки. На юге этот участок отделен небольшой впадиной от платообразного поднятия горных пород высотой 600–700 м над уровнем моря, простирающегося от 200-го до 400-го километра профиля. В 1959 г. это поднятие названо в честь академика Б.Б. Голицына "подледными горами Голицына". На юге подледные горы Голицына граничат с крупной впадиной, глубина которой достигает 1000 м ниже уровня моря (500-й километр).

Для следующего участка, расположенного между 550-м и 1000-м километрами профиля, характерно относительно спокойное, равнинное залегание коренных пород на отметках, близких к уровню моря. Равнина этого участка названа в честь академика О.Ю. Шмидта "подледной равниной Шмидта".

Начиная с 1000-го километра вплоть до Полюса недоступности прослеживается крупный горный массив, названный в честь академика Г.А. Гамбурцева "подледными горами Гамбурцева". Наивысшая точка этого горного массива расположена в районе 1700-го километра профиля и достигает высоты 3000 м над уровнем моря. Этому же участку соответствует максимальная высота поверхностного рельефа ледника, равная 4000 м над уровнем моря. Из общей длины профиля в 2100 км на 1800 км коренные породы залегают выше уровня моря, и только 300 км приходится на участки, расположенные ниже уровня моря.

Проведенные геофизические исследования интересны тем, что показывают строение ледникового покрова и ложа ледника не только в прибрежном районе, но и в центральных частях Восточной Антарктиды.

Прежде всего следует отметить, что обнаруженные гравитационные аномалии имеют явно материковый характер. В сочетании с формами погребенного рельефа это подтверждает вывод геологов о том, что Восточная Антарктида представляет собой типичный материк.

Характер гравитационной аномалии, ее амплитуда и рельеф подледных гор Голицына указывают на наличие здесь приподнятых глыбовых структур типа горста. По тем же соображениям впадина района 500-го километра должна считаться грабеном.

Геологическая структура подледных гор Гамбурцева пока не совсем ясна. Трудно ожидать, что они представляют складчатые образования, так как Восточно-Антарктическая платформа имеет жесткий докембрийский фундамент. Поэтому, вероятнее всего, что горы Гамбурцева представляют собой платформенные образования и также сформировались за счет глыбовых поднятий. Описанные геологические структуры можно связать и общим структурным планом геологического строения материка, если привлечь геологические данные о строении всей Восточной Антарктиды и топографию поверхностного рельефа ледового покрова. Так, несомненно, подледные горы Голицына продолжают субширотный пояс кайнозойских глыбовых гор, описывающих почти все побережье Восточной Антарктиды. Возможно, горы Гамбурцева представляют собой структурный центр тектонических образований Восточной Антарктиды, а радиальные и субширотные кайнозойские геологические структуры образовались вдоль зон разломов, возникших в результате подъема центрального массива.

Таким образом, в строении исследованного участка Восточной Антарктиды выделяются четыре основные зоны: зона материкового шельфа, которая тянется от края континентального склона до 50-го километра в сторону материка; зона периферийных субширотных глыбовых структур (подледные горы Голицына и подледный грабен); зона равнины (подледная равнина Шмидта); зона центральных горных сооружений (горы Гамбурцева).

Незначительное среднее значение наблюденной гравитационной аномалии Фая указывает на существующее в настоящее время изостатическое равновесие материка Восточная Антарктида. Действительно, на участке от Мирного до 1700-го километра профиля (структурного центра гор Гамбурцева) среднее значение аномалии Фая равно всего лишь +15 мгл. Полученная величина среднего отклонения обусловлена, в основном, влиянием гравитационного поля в районе кайнозойских глыбовых структур подледных гор Голицына. Если исключить из рассмотрения этот участок, на котором гравитационное равновесие могло быть нарушено вследствие молодых тектонических движений, то остаточная аномалия Фая будет равна только +18 мгл. Таким образом, можно считать, что нагрузка ледникового покрова в настоящее время изостатически скомпенсирована общим опусканием материка на величину, равную примерно одной трети мощности современного оледенения Восточной Антарктиды.

Большая амплитуда отрицательной региональной аномалии Буге в центральных частях Восточной Антарктиды (–300 мгл) указывает на увеличение мощности земной коры в этих районах. Если принять по аналогии с другими материками среднюю плотность коры равной 2.8 г/см^3, а плотность подкорового субстрата равной 3.3 г/см^3, то соответствующие расчеты показывают, что в районе расположения подледных гор Гамбурцева мощность коры на 18 км больше, чем в прибрежных районах.

Средняя мощность ледникового покрова, определенная на участке профиля от Мирного до 1700-го километра, равняется 2200 м, а средняя высота залегания коренных пород на этом же участке равна 800 м над уровнем моря.

Учитывая примерно симметричное строение Восточной Антарктиды и то, что профиль проходит вблизи структурного центра этого материка, приведенные цифры, по-видимому, можно принять как ориентировочные для всей Восточной Антарктиды.

Регистрация землетрясений станциями, расположенными внутри Антарктиды и на ее побережье и гравиметрические определения аномалий Фая

Распределение эпицентров землетрясений с магнитудой $M \geq 5$ показано на рис. 3, из которого следует, что асейсмичность материка экспериментально установленный факт, который должен иметь объяснение.

Сохранность четвертичного покровного оледенения в Арктике и Антарктике предопределена их географическим расположением. Полярные сияния также наблюдаются преимущественно только в Арктике и Антарктике. Эту исключительность геофизических процессов, происходящих в высоких широтах, можно было бы привлечь к объяснению асейсмичности Антарктиды, если бы в Арктике за период с 1904 по 1975 гг. не было зарегистрировано 23 землетрясения с магнитудами $M \geq 6$. Поэтому оснований считать высокие широты земного шара асейсмичными нет.

Исследования сейсмического процесса показали, что прогресс в его понимании органически связан с переходом от осредненных моделей сплошной среды к модели блоково-иерархической геофизической среды. Геофизическая среда состоит из иерархической совокупности отдельных блоков. По аналогии с изостатическими моделями земной коры можно полагать, что центры масс отдельных блоков не лежат на одной уровенной поверхности. Перестройка геофизической среды – это своего рода переупаковка блоков, при которой выравнивание положения центров масс совокупности блоков может играть роль консолидации, а дезинтеграция будет отражать отклонения положения центров масс отдельностей по отношению к их среднему уровню. При этом ясно, что дезинтеграция среды не означает ее разрушение.

В Антарктиде есть горные массивы, предгорья, т.е. все разнообразие рельефообразующих форм, которое отмечается на всех других материках земного шара.

Единственное отличие Антарктиды заключается в том, что материк целиком покрыт пластическим материалом – льдом. Лед заполняет ложбины и имеет малую толщу над возвышенными участками земной коры. Из-за покровного оледенения контрастность первоначального расчленения материка оказалась сглаженной. Эта сглаженность имеет не только внешнее проявление. Сглаженным

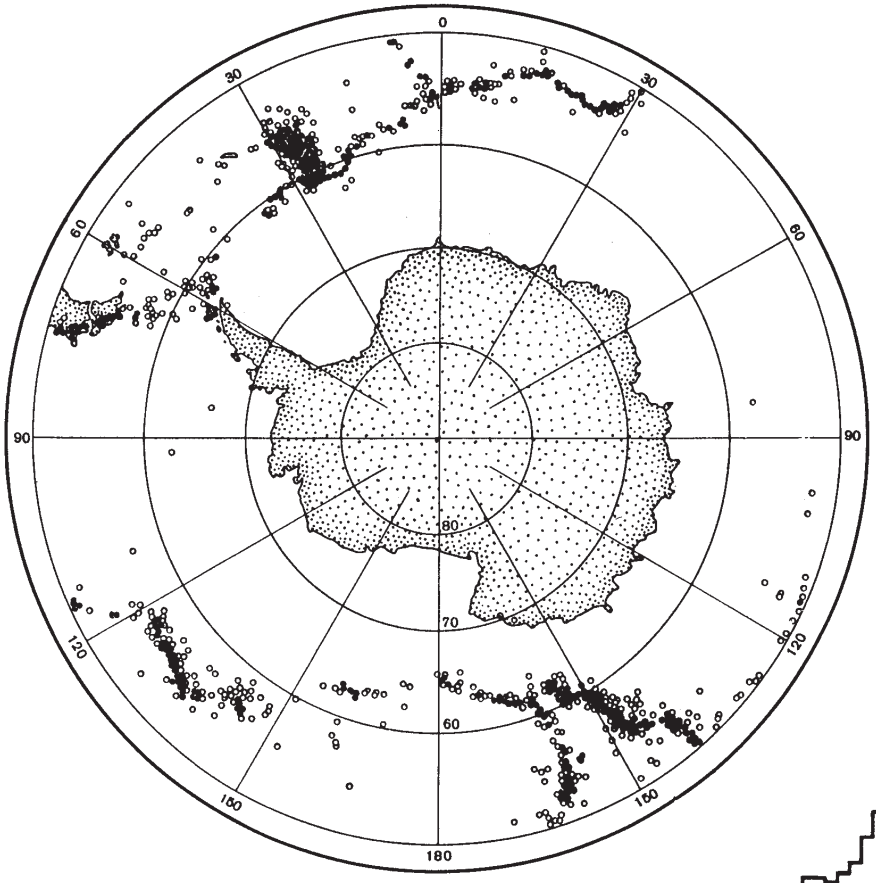

Рис. 3.
Расположение эпицентров землетрясений с $M \geq 5$ в Антарктике (черным залиты районы с высокой повторяемостью землетрясений).

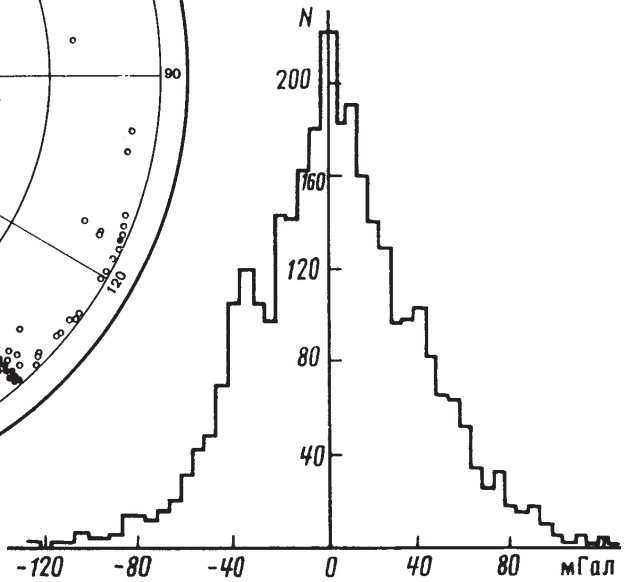

Рис. 4.
Повторяемость значений аномалий Фая для материка Антарктиды с высокой повторяемостью землетрясений).

оказывается и положение центров масс отдельных блоков, что непосредственно видно из гистограммы аномалий Фая для материка Антарктиды (по материалам гравиметрических определений 1957–1961 гг. с шагом через 10 мГал, рис. 4).

Перераспределение масс в природе – это массоэнергоперенос. Оледенение – процесс с привнесением масс; эрозия – процесс, связанный со сносом масс. Но как в том, так и в другом случае энергетический потенциальный уровень ансамбля блоков оказывается более сглаженным, с незначительными локальными градиентами.

Упаковка ансамбля блоков геофизической среды – это только один фактор сейсмического процесса. Динамика очага сводится к быстрым относительным смещениям границ соседних блоков под действием тектонических движений.

Сейсмическая активность или пассивность региона (ансамбля блоков) – это отражение сбалансированности положения центров масс отдельностей, по отношению к среднему гидростатическому потенциальному уровню при тектоническом воздействии.

В Антарктиде имеется ряд гравиметрических пунктов, представляющих опорную сеть для последующих маршрутных изысканий внутри материка. Сеть опорных гравиметрических пунктов Антарктиды, в свою очередь, связана с мировой сетью, имеющей исходный пункт в Вашингтоне (980118.8 мГал). Точность передачи значения ускорения силы тяжести на опорные пункты Антарктиды от Вашингтона характеризуется величиной ±0.5 мГал. От опорной сети была создана сеть дополнительных пунктов, расположенных внутри материка и позволяющих более часто проводить учет дрейфа нуля гравиметров в маршрутных исследованиях. Точность дополнительных пунктов характеризуется величинами ±1.0–2.0 мГал.

Геодезическое нивелирование, выполненное в Антарктиде группой С.Н. Щеглова в 1960 г. по маршруту Мирный – Комсомольская и в 1961–1962 гг. группой Г.Е. Лазарева по треугольнику Комсомольская – Советская – Восток – Комсомольская, дало точные значения высот внутри материка и позволило оценить точность ранее выполненных барометрических нивелирований. Было уста-

новлено, что точность высот, определенных геодезическим нивелированием, составляет не более ±2 м, барометрическое нивелирование внутри материка от пунктов с геодезически определенной высотой имеет ошибку ±(10–20) м, барометрическое нивелирование на припайном льду характеризуется ошибкой ±10 м, ошибка аэрологического нивелирования после исключения систематической ошибки составляет ±10 м, а барометрическое нивелирование в зоне стоковых ветров при удаленности от метеостанций ±30 м. Точность аномалий Фая, вычисленных при данной точности измерений и при знании редукций за высоту с рассмотренными выше ошибками, следующая: с ошибкой ±2.4 мГал – 380 определений; с ошибкой ±3.8…±6.4 мГал – 3510 определений. Таким образом, оценена точность и детальность геофизических исследований материка Антарктиды, которые выполнили геофизики в период Международного геофизического года.

Прошло более пятидесяти лет, но интерес к изучению Антарктиды не ослабевает. В Антарктиде (особенно в глубинных ее районах) проводятся важные исследования, касающиеся процессов, происходящих в северном и южном полушариях Земли. Напластования снега и фирна содержат информацию об истории климата на протяжении десятков тысяч лет, познание периодичности климата в прошлом очень важно для решения проблем общей климатологии. Большое значение имеет постановка астрономических наблюдений за положением оси вращения в южном полушарии. В северном полушарии такие систематические наблюдения проводятся с XIX в.

Ценность научного предприятия познается со временем. И вот теперь, по истечении пятидесяти лет, когда научные результаты известны всему миру, поход и открытие Полюса относительной недоступности по праву могут занять свое место в ряду выдающихся географических открытий XX в.

Литература

1. *Авсюк Ю.Н.* 20 лет открытию Полюса недоступности Антарктиды // Метеорология и гидрология. 1979. № 3. С.117-118.
2. *Авсюк Ю.Н., Маркин В.А.* На полюсе холода Земли // Земля и Вселенная. 1999. № 4. С.69–75.
3. *Зотиков И.А.* Незабываемый Мирный // Природа. 1996. № 5. С.106–111.
4. *Кричак О.Г.* Из антарктических записок // Природа. 1996. № 5. С.111–125.
5. *Лукин В.В., Корнилов Н.А., Дмитриев Н.К.* Советские и российские антарктические экспедиции в цифрах и фактах (1955–2005 гг.). СПб.: ААНИИ, 2006. 456 с.
6. *Марков К.К.* Путешествия в Антарктиду. М.: МГУ, 1957. 221 с.
7. Международный геофизический год. Инф. бюл. № 2. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
8. Международный геофизический год. Инф. бюл. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
9. *Модель Ю.М., Нудельман А.В.* Ледяной покров Антарктиды // Природа. 1959. № 11. С.93–97.
10. *Нудельман А.В.* Советские экспедиции в Антарктику 1955–1959 гг. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
11. *Нудельман А.В.* Советские экспедиции в Антарктику 1958–1960 гг. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
12. *Нудельман А.В.* Советские экспедиции в Антарктику 1959–1961 гг. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
13. *Сорохтин О.Г., Кондратьев О.К., Авсюк Ю.Н.* Строение Восточной Антарктиды в свете новых данных // Вестн. АН СССР. 1960. № 3. С.31–35.
14. *Фролов А.И.* Материк Антарктида по данным геофизических исследований. М.: Наука, 1971. 83 с.

Сведения об авторе

АВСЮК Юрий Николаевич
доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией гравиметрии,
Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: 254-90-50. E-mail: avsyuk@ifz.ru

Half Century of Discovery of the Inaccessibility Pole in Antarctica

Ju.N. Avsyuk
Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract A short information on geophysical investigations in Antarctica made by the Institute for Physics of the Earth and the expedition to the Inaccessibility Pole in 1958.