

**Ю.В. Козленко, М.В. Козленко**

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина

## **ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СКОРОСТНЫМИ МОДЕЛЯМИ СТРУКТУРЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПРОЛИВА БРАНСФИЛДА**

---

*Впервые публикуются совмещенные схемы батиметрии дна и аномалий поля силы тяжести в свободном воздухе пролива Брансфи́лда (Западная Антарктика), построенные авторами по данным международных набортных съемок.*

*Проведено плотностное моделирование трех вариантов сейсмического разреза по профилю ГСЗ DSS-1 в проливе Брансфи́лда. Результаты расчетов показали, что при одинаково хорошем решении кинематической и динамической задачи всех видоизменений скоростной модели, наблюдаемое поле можно удовлетворительно подобрать только в одном случае.*

*На основании проделанной работы сделан вывод о том, что при гравитационном моделировании не следует слепо использовать результат только одного волнового расчета, необходимо привлекать другие данные по исследуемому региону и не бояться при необходимости изменять первоначальный разрез. Критерием правильного отражения строения литосферы в плотностной модели должна служить не ее максимальная приближенность к сейсмической, как полагают некоторые исследователи, а геолого-тектоническая обоснованность полученной структуры при достаточно точном подборе наблюдаемого поля.*

**Ключевые слова:** пролив Брансфи́лда, скоростной разрез, плотностная модель, гравитационное поле, рельеф дна.

### **Введение**

Антарктика до сих пор является малоизученной с точки зрения геологии. В силу различных причин бурение скважин в этом регионе не проводится. Поэтому первичной информацией о строении земной коры является глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ). Однако получаемые скоростные разрезы являются одним из этапов в построении геолого-тектонической картины. Дополнительную информацию о петрологии недр и истории развития района дает распределение плотностей в земной коре.

Для Западной Антарктики польскими исследователями построен ряд скоростных разрезов по 20 профилям ГСЗ [7], которые можно использовать для плотностного моделирования. Однако возникает вопрос об адекватности представления сейсми-

© Ю.В. КОЗЛЕНКО, М.В. КОЗЛЕНКО, 2018



ческими моделями структуры земной коры, поскольку интерпретация одних и тех же данных ГСЗ может дать различные результаты. В частности, в работе [8] по указанному региону для пяти профилей предложено 13 скоростных моделей. То есть одним автором по одному исходному материалу получено несколько различных вариантов строения литосферы. В данной работе предпринята попытка проверки, насколько равнозначные с точки зрения сейсмоки разрезы одинаковы относительно распределения плотностей в коре и соответствия наблюдаемому гравитационному полю.

### **Постановка задачи и параметризация**

Объектом исследований являлся профиль ГСЗ DSS-1, простирающийся поперек пролива Брансфилда от северо-восточной оконечности Антарктического полуострова у станции Норе Вэй (НВ) до станции King George на одноименном острове из группы Южно-Шетландских о-в. Положение профиля показано на рис. 1, где представлены публикующиеся впервые совмещенные схемы батиметрии дна и аномалий поля силы тяжести в свободном воздухе, построенные авторами по данным международных набортных съемок ([www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov)). Этот профиль был выбран из-за своего расположения: во-первых, он почти перпендикулярен структурам пролива, что почти исключает погрешности влияния боковых неоднородностей. Во-вторых, он практически совпадает с одним из галсов гравиметрической и батиметрической съемки исследовательского судна (ИС) «Maurice Ewing». Достаточно малый шаг инструментальных корабельных измерений (в среднем 154 м) дает достаточно высокую точность представления о наблюдаемом поле и рельефе дна вдоль сейсмического разреза.

Пролив Брансфилда по особенностям батиметрии разделяется на две половины: к Антарктическому полуострову примыкает мелководная (до 200 м) платформа шириной порядка 30 км, к Южно-Шетландским островам — трог шириной около 50 км с глубинами дна до 2000 м. Трог характеризуется средними значениями аномалий гравитационного поля +20 мГал, а платформа — +50 мГал (см. рис. 1).

Параметризация гравитационной модели осуществлялась следующим образом. Значения скоростей переводились в плотности по формулам:

для осадочных слоев —

$$\rho = 1,3863 + 0,3554 \cdot V_p - 0,0236 \cdot V_p^2 [11],$$

для консолидированной коры континентального типа —

$$\rho = 0,2158 \cdot V_p + 1,5575 [4].$$

Для блока повышенных скоростей под трогом применялась зависимость для океанических структур из работы [5, табл. 3], поскольку возникновение пролива Брансфилда объясняется задуговой океанизацией коры вследствие субдукции плиты Феникс под Южно-Шетландские острова [10].

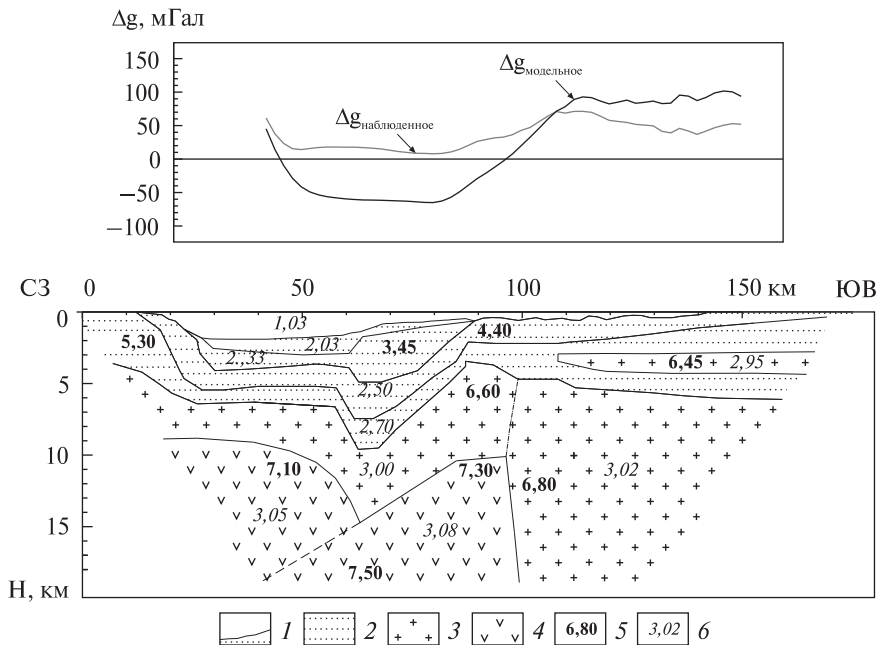
Модель рассчитывалась с шагом 2,5 км по программе [2].

Методика моделирования описана в статье [1].

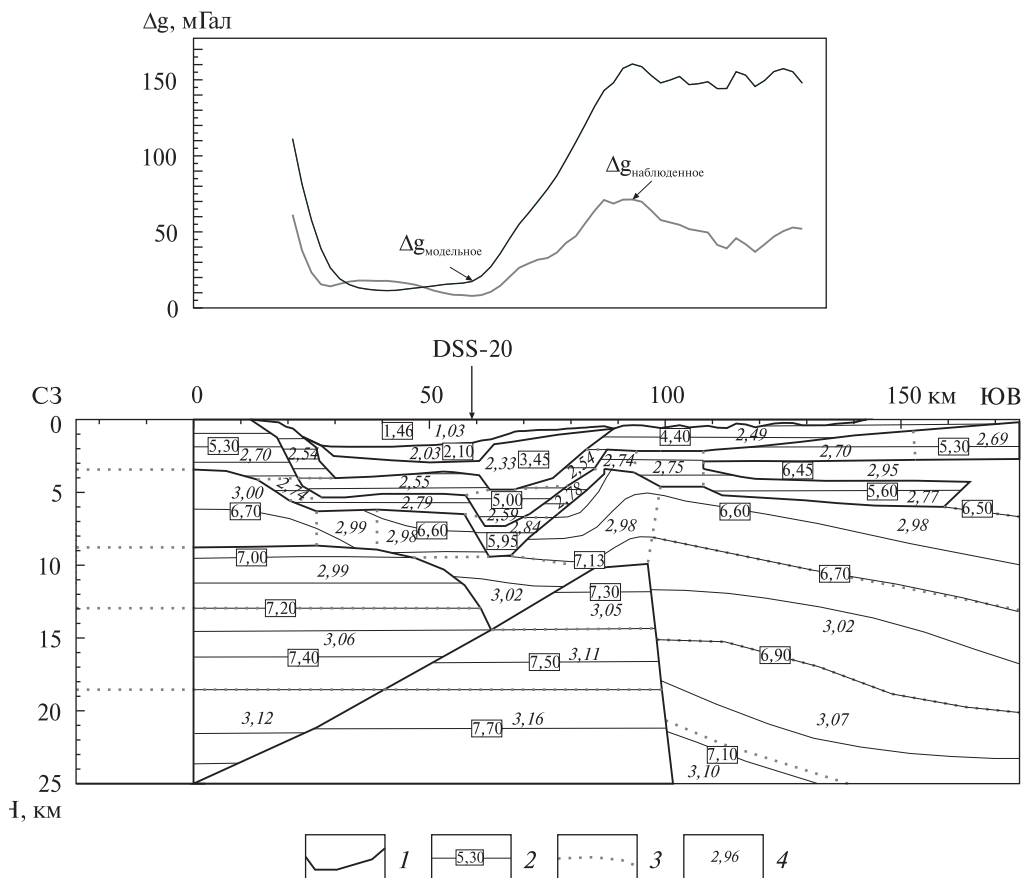
## Результаты вычислений и их интерпретация

Первичная плотностная модель (рис. 2) рассчитывалась по «финальному» сейсмическому разрезу [8, рис. 31]. Поверхность дна в модели, относительно разреза Т. Яника, была детализирована согласно данным съемки ИС «Maugice Ewing» для большей точности результатов расчетов, поскольку главным элементом, определяющим конфигурацию гравитационной аномалии на акватории, является поверхность дна, где происходит максимальный скачок плотности — на  $1 \text{ г/см}^3$  и более. Наблюдаемое поле силы тяжести по профилю в целом согласуется с батиметрией — минимальные значения отмечаются в пределах трога, а локальные аномалии в пределах платформы четко коррелируются с перепадами рельефа дна. Однако глубинной структуре скоростной модели поле соответствует не вполне. Так, максимальная аномалия в районе 90-го км хорошо отражает выступ границ слоев в кристаллической коре. В то же время над мощным прогибом консолидированного фундамента севернее 70-го км вместо закономерного понижения поля наблюдается его повышение. Кроме того, уменьшение величины аномалии на 20 мГал между сотым и сто тридцатым километром не находит отображения ни в строении дна, ни в конфигурации границ коры.

Результат расчетов первичной плотностной модели показал, что в троге Брансфилда модельные значения ниже наблюдаемых почти на 80 мГал. Это достаточно закономерно, учитывая наличие в этой части профиля по два километра воды и осадков. Поскольку модель ограничена глубиной 19 км, такие низкие величины модельного  $\Delta g$  вполне могут быть скомпенсированы при



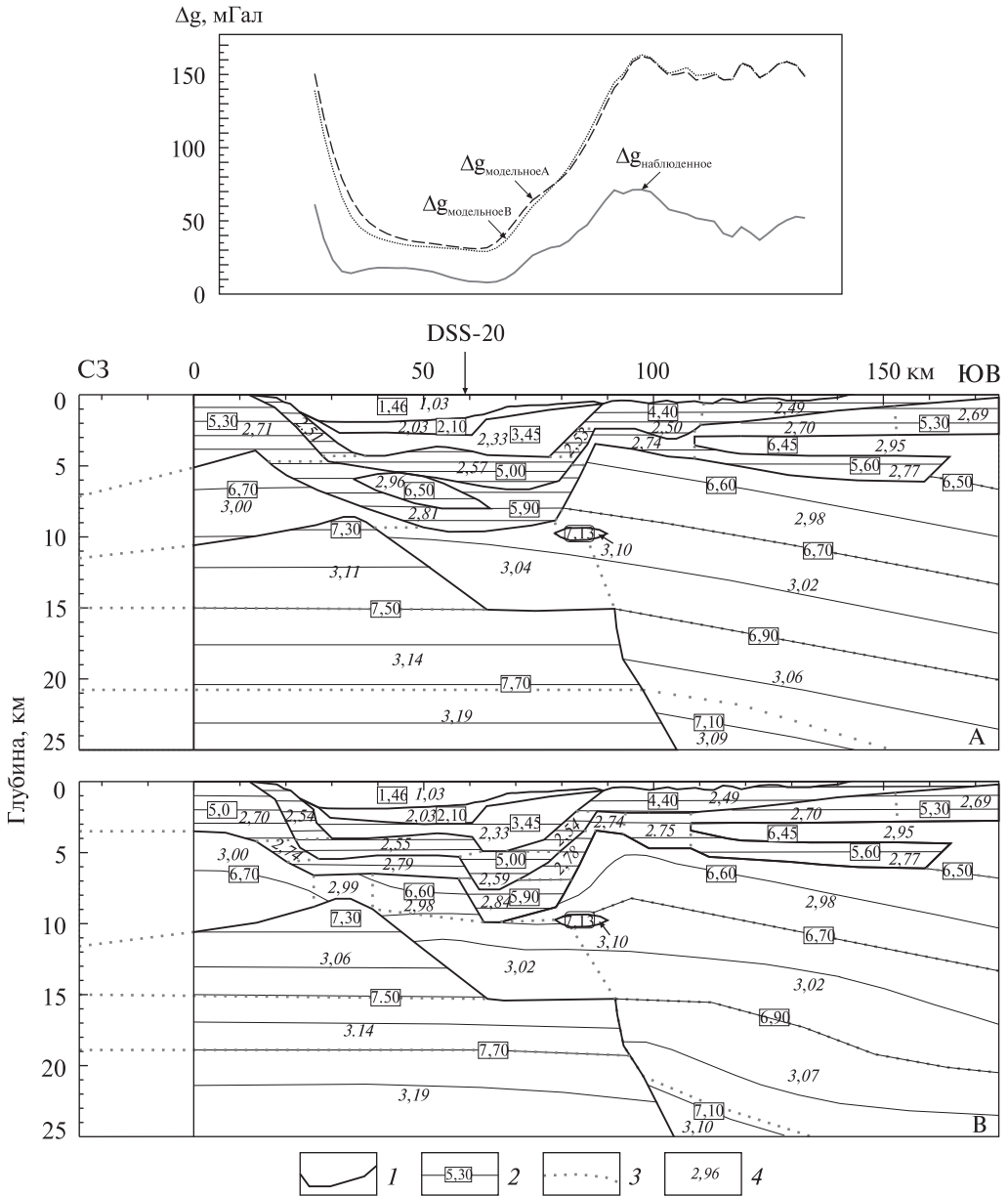
**Рис. 2.** Первичная плотностная модель по сейсмическому разрезу профиля ГСЗ DSS-1 [8, рис. 31]: 1 — границы слоев; 2 — осадочные и сирифтовые вулканические породы; 3 — предрифтовая верхняя кора; 4 — блок высоких скоростей, мафическая кора; 5 — скорости  $V_p$ , км/с; 6 — плотности,  $\text{г/см}^3$



**Рис. 3.** Плотностная модель и аномалии гравитационного поля по сейсмическому разрезу профиля ГСЗ DSS-1 [8, рис. 24С]: 1 — границы слоев; 2 — изолинии скорости  $V_p$ , км/с; 3 — границы плотностных тел внутри слоев; 4 — плотности,  $\text{г/см}^3$

включении в разрез низов коры и верхов мантии. Согласно [9], поверхность Мохо в пределах пролива Брансфилда залегает на глубинах порядка 30—35 км. Такое высокое положение кровли мантии даст значительный положительный эффект. В пределах платформы модельная аномалия превышает наблюдаемое поле более чем на 50 мГал. Полученное превышение поля объяснить трудно, поскольку с увеличением глубинности модели уровень  $\Delta g_{\text{модельного}}$  повысится и станет еще больше за счет мощного эффекта от более плотной верхней мантии. Возможно, такой неудовлетворительный результат связан с тем, что, согласно оцифровке сейсмического разреза, значения  $\rho$  в модели задавались среднепластовыми. В результате такой параметризации консолидированная кора в пределах платформы имеет одинаковую плотность как на глубине 5 км, так и на 20 км, что может приводить к искажению вычисленного  $\Delta g$ , поскольку усреднение плотности приводит к нивелированию гравитирующего эффекта.

Модель по профилю DSS-1, показанная в работе [8] на рис. 31 в качестве «финальной», представлена на рис. 24С той же статьи в более детальном виде — на большую глубину (25 км) и с изолиниями скоростей, что дало возможность



**Рис. 4.** Плотностные модели и аномалии гравитационного поля по сейсмическому разрезу профиля ГСЗ DSS-1 [8, рис. 24А, В]. Условные обозначения см. рис. 3

пересчитать модель с более дробным распределением плотности. В новом плотностном разрезе каждый пласт консолидированной коры был поделен на отдельные блоки в соответствии с изменением скорости по глубине. Модель и результат расчета показан на рис. 3. Как было указано выше, увеличение глубинности привело к уплотнению разреза. В итоге модельная аномалия возросла в пределах трога на 76 мГал, выйдя на значения, близкие наблюдаемому полю. В тоже время на платформе добавилось еще 59 мГал, что значительно ухудшило ре-

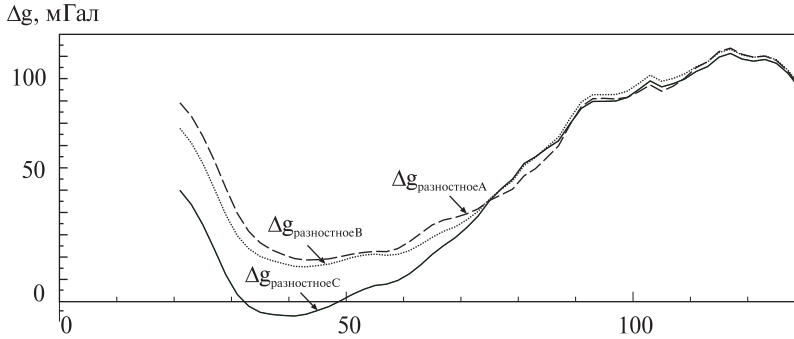


Рис. 5. Разностные аномалии гравитационного поля моделей А — С

зультат. Более того, уровень  $\Delta g_{\text{модельного}}$  в этом блоке оказался достаточно близок к горизонтальному (без учета локальных аномалий), что не соответствует конфигурации поля силы тяжести. Это подтверждает замечание о несоответствии скоростной модели наблюдаемому полю, сделанное ранее при его анализе.

Полученный при детализации и углублении модели результат (соотношение  $\Delta g$  модельного и наблюдаемого) нельзя считать удовлетворительным. Кроме того, сам скоростной разрез вызывает недоумение. Общепринято, что трог Брансфилда образовался в результате рифтогенеза. В таких структурах максимальный прогиб поверхности фундамента приурочен к апикальной зоне мантийного дипира. Однако в рассматриваемом разрезе наибольшие мощность осадочного чехла и прогибание «метаморфического» и «гранитного» слоев наблюдаются между вершинами двух высокоскоростных блоков, которые Т. Яник связывает с внедрением верхнемантийного материала в кристаллический фундамент (редуцированием коры) трога Брансфилда. Также вызывает недоумение характер распределения слоя со скоростью 4,40 км/с. Если это дорифтовые образования, то почему они выклиниваются у берегов Южно-Шетладских островов, а если синрифтовые, то откуда они взялись на платформе Брансфилда?

На рис. 24 в работе [8] представлены еще альтернативные модели (А и В). Поскольку все три разреза, согласно автору расчетов, дают одинаково хорошее решение кинематической и динамической задачи (синтетические сейсмограммы), на следующем этапе исследований варианты А и В были преобразованы в плотностные модели, и для них просчитан гравитационный эффект.

Соответственные модели и полученные результаты показаны на рис. 4. Независимо от отличия в глубинном строении, расчетные кривые достаточно близки между собой. В пределах платформы уровень модельных аномалий соответствует варианту С. Над трогом величины  $\Delta g_{\text{модельных}}$  выше наблюдаемых примерно на 20 мГал. С одной стороны, это является негативным фактором для окончательного подбора, с другой — уменьшение разброса между максимальными и минимальными значениями — факт, несомненно, положительный.

Наиболее наглядно различия результатов расчетов всех трех вариантов проявляются в виде разностных аномалий (рис. 5), статистические данные по которым представлены в таблице. Лучшие показатели каждого из параметров выделены жирным шрифтом.

Как видно из таблицы, по величинам минимума, максимума и среднего арифметического более предпочтителен вариант С, тогда как по остальным по-

казателям, наиболее информативным и часто используемым в статистике — вариант А. Модель В по всем статистическим параметрам уступает двум другим, поэтому не представляет интереса для дальнейших расчетов. Следует отметить, что эта модель и создавалась автором [8] в качестве переходной между С и А.

Следующим этапом было построение плотностных моделей первого приближения с добавлением нижних частей коры и верхов мантии с целью учета их гравитирующих эффектов. Нижняя граница разрезов установлена на 80 км, поскольку в рамках программы Польских Геодинамических Экспедиций структура пролива Брансфилда была прослежена именно до такой глубины [7]. Тем самым гравитационные модели максимально привязывались к результатам сейсмических интерпретаций, полученных при выполнении указанного исследовательского проекта.

Скоростное моделирование по профилю DSS-1 дает распределение скорости только до 25 км [8], поэтому глубинное строение пришлось определять по другим данным. Прежде всего нужно было выяснить границы блока высоких скоростей (БВС).

На рис. 24 указанной работы это тело простирается под Южно-Шетландские острова. Однако, поскольку такое строение земной коры некорректно с геологической точки зрения, Т. Яник на финальной модели (рис. 31, [8]) протягивает к северу верхнюю поверхность БВС только до бровки шельфа. Глубина залегания этой точки — 9,7 и 8,9 км в вариантах А и С соответственно. По подошве северная граница высокоскоростного тела приурочена к береговой линии согласно рис. 32 той же статьи. Мощность коры в этом месте составляет 34 км [9, рис. 5.2—5].

С точным определением южной границы БВС по подошве коры возникает проблема. В статье [8] она прослеживается до 105 и 101 км профиля (рис. 24, варианты А и С соответственно). В связи с этим в плотностных моделях тело с редуцированной корой, соответствующее БВС, ограничивалось с юга вертикальной плоскостью на крайних отметках соответствующих сейсмических разрезов. Глубина залегания подошвы БВС со стороны Антарктического п-ва (32,5 км) определена по [9, рис. 5.2—5].

Согласно [9, рис. 5.2—5] поверхность мантии повышается от берегов пролива Брансфилда к его центру. Максимально высокое положение кровли мантии (30 км по [8]) привязано к самому глубокому участку дна, согласно принципу изостазии. Еще одна точка подошвы коры задана на ПК 59, в месте пересечения профилей DSS-1 и DSS-20, где граница раздела кора/мантия располагается на глубине 31,5 км [8, рис. 31].

**Статистические данные результатов расчетов вариантов плотностных моделей по профилю DSS-1**

Параметры	А	В	С
Минимум	18,691	15,626	<b>-6,423</b>
Максимум	113,667	113,155	<b>111,289</b>
Диапазон	<b>94,976</b>	97,529	117,712
Среднее арифметическое	62,612	61,057	<b>51,519</b>
Дисперсия	<b>1139,501</b>	1274,180	1812,642
Среднее отклонение	<b>30,708</b>	32,455	38,491
Стандартное отклонение	<b>33,756</b>	35,696	42,575
Коэффициент вариации	<b>0,539</b>	0,585	0,826



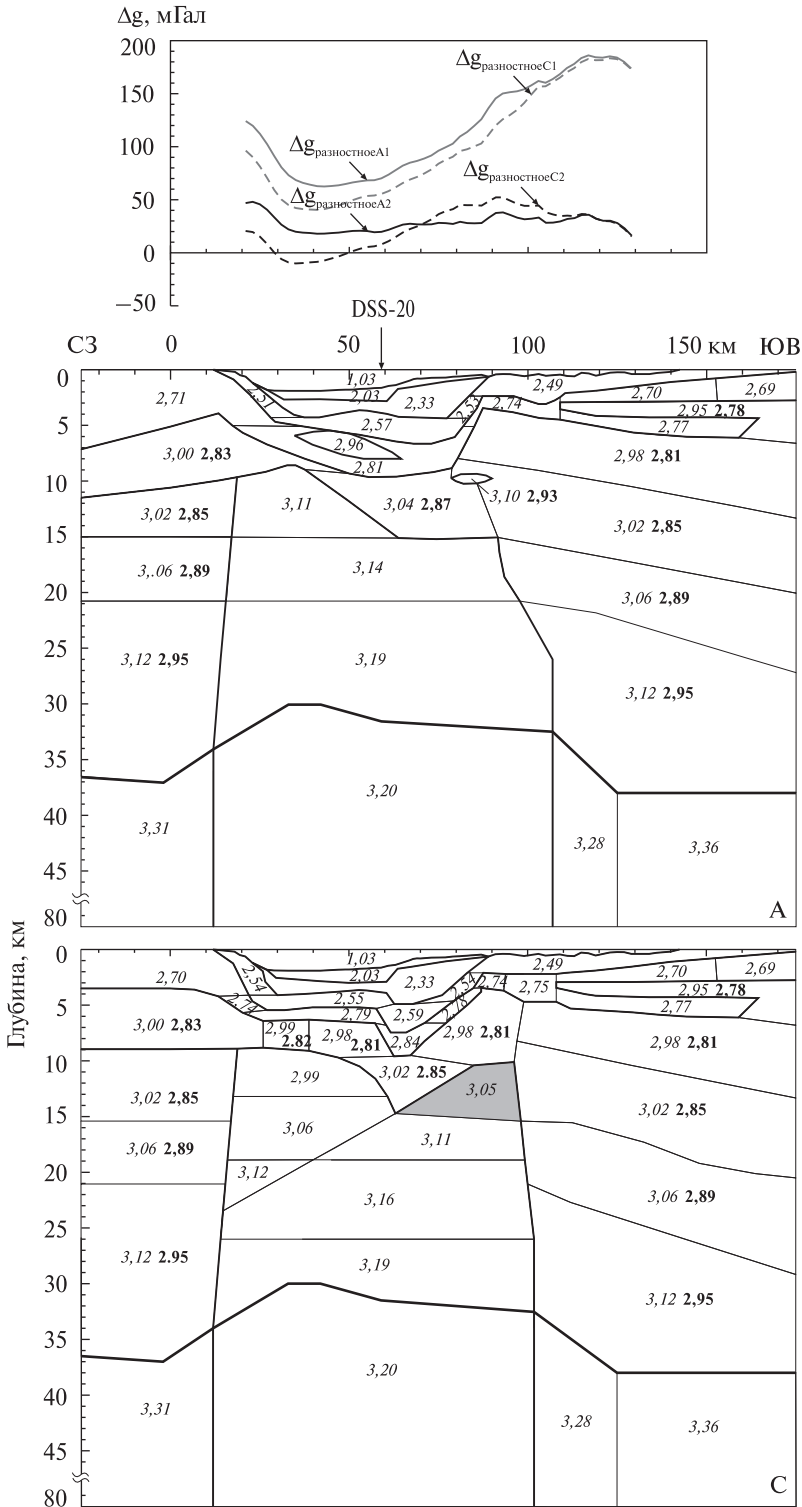


Рис. 6. Глубинные плотностные модели и аномалии гравитационного поля исходные (серые линии) и итоговые (черные линии) вариантов А (сплошные) и С (прерывистые). Значения плотности в  $\text{г/см}^3$ : курсив — исходные, жирные — итоговые

Данных о мощности коры континентальных структур изучаемого региона нет. Единственным источником являются глубинные скоростные модели по профилю DSS-17, который расположен, также как и DSS-1, в средней части пролива Брансфилда, и к тому же начинается в той же точке Антарктического полуострова — у станции НВ. Согласно [8, рис. 27] у берегов Антарктиды кровля мантии залегает на 38 км. Поскольку в указанной работе модели не охватывают Южно-Шетландские острова, поверхность Мохо под этой структурой определена на глубине 37 км, согласно данным [7, рис. 5].

Построенные модели, а также результаты расчета (серые линии, сплошная и прерывистая для вариантов А и С соответственно) показаны на рис. 6. Разностная аномалия над трогом составляет порядка 60 мГал (А1) и 40 мГал (С1), а на южном краю превышает 180 мГал для обеих моделей. Совершенно очевидна переуплотненность разреза, особенно значительно — в пределах платформы.

Поскольку в этой части профиля совокупная толщина слоев с плотностями, соответствующими «метаморфическому» и «гранитному» типу, менее 3 км, основными гравитирующими элементами являются «предрифтовая кора» (по [8]) и верхняя мантия. Поэтому подобрать поле можно, либо углубив границу раздела этих слоев, либо уменьшив значения плотности.

Увеличивать мощность коры для снижения модельного поля с одной стороны позволяет разрез из работы [7, рис. 5], с другой — не дает возможности карта глубины Мохо из статьи [9, рис. 5.2—5]. В первой из этих работ кровля мантии на юго-восточной оконечности Антарктического полуострова залегает на 42 км, во второй — на 34 км. Поэтому была рассмотрена возможность снижения плотности в «предрифтовой коре».

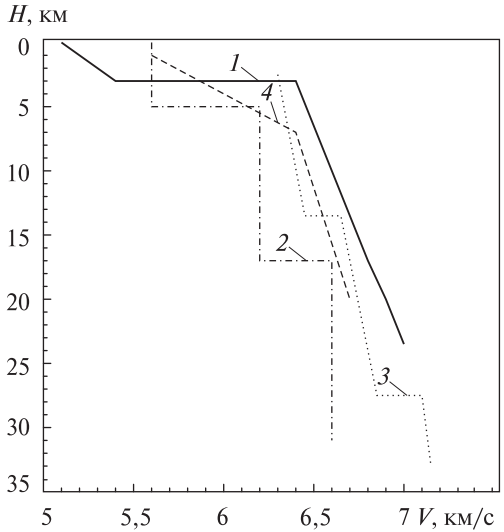
Так как модельные плотности были получены путем пересчета скоростей, то завышенные значения  $\rho$  могут объясняться либо неверными величинами  $V_p$ , либо неадекватной функцией приведения. Следует отметить, что формула пересчета  $\rho = f(V_p)$  получена в результате прямых лабораторных измерений образцов данного региона [4], ее можно считать вполне корректной. В то же время значения скорости были получены путем расчетов при интерпретации первичных данных. Поэтому было принято решение выяснить, насколько значения скоростей в работе [8] надежны.

Для этого были изучены скоростные характеристики земной коры данного района по другим источникам. Из работы [7] по профилю DSS-17 было взято распределение скоростей в коре в районе станции Норе Вау — там же, где начинается профиль DSS-1. Согласно статье [3], где проанализирована сейсмическая структура по всем профилям Польских Геодинамических Экспедиций, были определены параметры осредненного скоростного разреза Антарктического полуострова. Поскольку среди пород, слагающих Западную Антарктику и прилегающую территорию, зафиксированы образования, известные как андийская интрузивная свита, считается, что полуостров образовался вместе с Андами и, соответственно, должен иметь сходное с ними строение. Поэтому был также рассмотрен скоростной разрез Анд по северному краю пролива Дрейка (Austral Andes) из [6].

Результаты сравнения данных 3 и 6—8 отражены на рис. 7. Из рисунка видно, что скорости в [8] имеют максимальные значения. Так, изолиния  $V_p$  7,0 км/с в этой статье зафиксирована на глубине 23,5 км (кривая 1), в [7] (кривая 2) — на

Рис. 7. Скоростные характеристики земной коры Андийско-Антарктического пояса по: 1 — [8]; 2 — [7]; 3 — [3]; 4 — [6]

31 км, в [3] (кривая 3) — на 27,5 км. В последней работе также существенно меньше и градиенты нарастания скорости с глубиной. По данным [6] величины  $V_p$  в кристаллической коре (кривая 4) также ниже, чем в 8. Кроме того, в [7] и [3] совершенно иной характер распределения скоростей в фундаменте: в этих работах под полуостровом выделяются три слоя со скоростям свыше 6 км/с, достаточно близкими по значениям, тогда как в [8] — вся «предрифтовая кора» представлена единой

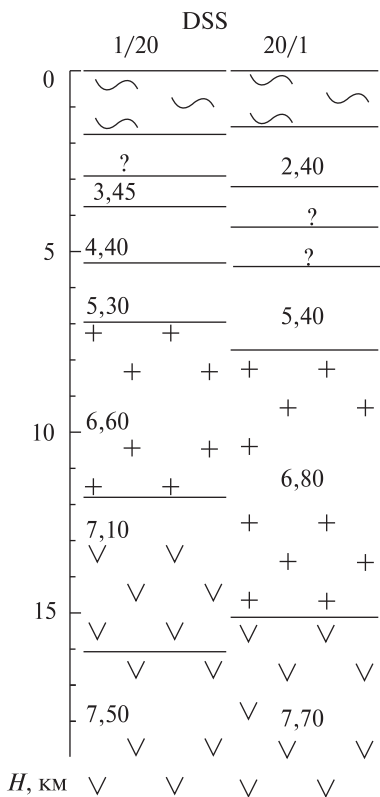


толщей с градиентным возрастанием значений  $V_p$ . Таким образом, рис. 7 показывает, что скорости в сейсмических разрезах, взятых за основу плотностных моделей первого приближения, слишком высоки и, соответственно, величины в гравитационных моделях неоправданно завышены.

На следующем этапе исследований в «предрифтовой коре» обеих моделей значения плотности пошагово снижались на  $0,01 \text{ г/см}^3$ . После уменьшения величин на  $0,17 \text{ г/см}^3$  получены разностные аномалии, показанные на рис. 6 черными линиями. Такое изменение плотностей значительно улучшило статистические параметры — если в первой итерации разброс значений  $g_{\text{разностное}}$  составлял 125 (A1) и 145 (C1) мГал, то в окончательной — 30 и 60 мГал соответственно. При этом кривая A2, без учета крайних участков (севернее ПК 32 и южнее ПК 125), представляет собой три субгоризонтальных площадки — в пределах трога, платформы и переходной области между ними. В то же время график C2 имеет форму синусоиды, где четко выделяются блоки трога с пониженными значениями  $g_{\text{разностное}}$  и платформы с повышенными. Таким образом, модель A2 в дальнейшем может быть подобрана с достаточной точностью путем относительно небольших изменений, тогда как для модели C2 потребуются значительные коррективы, которые кардинально изменят исходную структуру коры.

Минимум  $g_{\text{разностное}}$  для C2 (–10 мГал) расположен на ПК 35, посередине северной части блока высоких скоростей, максимум (более 50 мГал) — на ПК 92, над апикалью южной части. Чтобы подобрать гравитационное поле, нужно уплотнять первый и разуплотнять второй участки. В результате значения выровняются и разделение тела с редуцированной корой (ТРК) на части ликвидируется. Кроме того, чтобы выбрать избыточную массу, вероятно, следует задать в закрашенном на рис. 6С теле величину плотности, соответствующую коровой. Это автоматически приведет к понижению кровли ТРК в южном блоке и, таким образом, полученная в итоге модель C3 будет напоминать вариант A2.

Следует отметить, что структура коры в модели А в целом отвечает представлениям о строении рифтогенов — максимальное проседание фундамента отвечает прогибу дна с одной стороны и апикальной части мантийного диапира с



**Рис. 8.** Скоростные структуры земной коры профилей DSS-1 и 20 в месте их пересечения по [8], рис. 31. Значения  $V_p$  в км/с

другой. Кроме того в верхах кристаллической коры трога наблюдаются внедрения вылавок с повышенными значениями скорости/плотности. В то же время вариант С непонятен с геологической точки зрения — максимальный прогиб фундамента расположен в стороне от трога и, к тому же, между двумя вершинами блока высоких скоростей. Таким образом, выбранная Т. Яником в качестве «финальной» модель не внушает доверия ни по значениям скоростей, ни по строению коры.

В статье [8] не указано, на основании каких критериев автор из трех равнозначно подобранных моделей выбрал в качестве итоговой именно вариант С. По контексту можно предположить, что такое решение было обусловлено использованием при расчетах указанного варианта дополнительных данных по профилю DSS-20. Однако сравнение профилей DSS-1 и 20 в месте их пересечения по рис. 31 названной работы дает суще-

ственное различие строения коры, что показано на рис. 8. Глубины залегания и мощности абсолютно всех слоев по этим профилям в данной точке различны, кроме того, отличаются и скорости на 0,1—0,3 км/с. В частности, поверхность блока высоких скоростей по модели DSS-1 находится на 3,5 км выше, чем на DSS-20. Такие достаточно крупные расхождения ставят под сомнение обоснованность выбора варианта С в качестве итоговой модели. Можно отметить, что глубина залегания кровли БВС на профиле DSS-20 ближе к модели DSS-1А, что является еще одним доводом в пользу именно этого варианта.

### Заключение

Как видно из работы [8], по одним и тем же первичным данным съемок ГСЗ можно получить различные, иногда кардинально отличающиеся друг от друга скоростные модели земной коры по одному и тому же профилю. Таким образом, необходимо понимать, что сейсмические интерпретации по сути своей субъективны, не имеют единственности решения и поэтому не являются «истиной в последней инстанции».

Как показали проведенные исследования, из трех вариантов решения сейсмической задачи автор в качестве итоговой модели выбрал худшую с точки зрения соответствия наблюдаемому гравитационному полю. Поскольку в литературных источниках обычно приводится только один вариант разреза, при гравитационном моделировании не следует слепо использовать результат только одного волнового расчета, необходимо привлекать другие данные по исследуемому региону и не бояться при необходимости изменять первоначальный разрез.

Следовательно, критерием правильного отражения строения литосферы в плотностной модели должна служить не ее максимальная приближенность к сейсмической, как полагают некоторые исследователи, а геолого-тектоническая обоснованность полученной структуры при достаточно точном подборе наблюдаемого поля.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козленко Ю.В., Козленко М.В. Применение плотностного моделирования для решения вопроса о природе пролива Брансфилд. *Геофиз. журнал*. 2011. 33, № 4. С. 142—152.
2. Корчагин І.М., Михайлюк С.Ф., Козленко Ю.В. Програмний комплекс обробки та інтерпретації гравіметричних і магнітометричних даних і аномалій геоїду. *Бюлетень УАЦ*. 1997. Вип. 1. С. 245—250.
3. Корчин В.А., Буртний П.А., Карнаухова Е.Е. Температурное и петрофизическое моделирование глубинных горизонтов земной коры района Антарктического полуострова. *Укр. Антаркт. журнал*. 2014. № 13. С. 31 — 47.
4. Корчин В.О., Буртний П.О., Карнаухова О.Є., Нех О.С. Регіональні діагностичні петрофізичні особливості порід Антарктичного півострова (район станції Академік Вернадський). *Укр. Антаркт. Журнал*. 2010. № 9. С. 23 — 31.
5. Русаков О.М. Гравитационная модель тектоносферы Индийского океана. Киев: Наукова думка, 1991. 228 с.
6. Chulick G. S., Detweiler Sh., Mooney W. D. Seismic structure of the crust and uppermost mantle of South America and surrounding oceanic basins. *Journal of South American Earth Sciences*. 2013. 42. P. 260—276.
7. Guterch A., Grad M., Janik T., Sroda P. Polish Geodynamic Expeditions — seismic structure of West Antarctica. *Polish polar research*. 1998. 19, № 1—2. P. 113—123.
8. Janik T. Seismic crustal structure of the Bransfield Strait, West Antarctica. *Polish polar research*. 1997. 18, № 3—4. P. 171—225.
9. Janik T., Sroda P., Grad M., Guterch A. Moho depth along the Antarctic peninsula and crustal structure across landward projection of the Hero fracture zone. In: Antarctica: contribution to global Earth sciences. Ed. by D.K. Futterer, D. Damaske, H. Miller, F. Nessensohn. Berlin: Springer-Verlag. 2006. P. 229—236.
10. Okon J., Gizejewski J., Janik T. New geological interpretation of multi-channel seismic profiles from the Pacific Margin of the Antarctic Peninsula. *Polish polar research*. 2016. 37, № 2. P. 243—268.
11. Starostenko V. I., Rusakov O. M., Pashkevich I. K., Kutas R. I., Makarenko I. B., Legostaeva O. V., Lebed T. V., Savchenko A. S. Heterogeneous structure of the lithosphere in the Black Sea from a multidisciplinary analysis of geophysical fields. *Геофиз. журнал*. 2015. 37, № 2. С. 3 — 28.

Статья поступила 22.12.2017

*Ю.В. Козленко, М.В. Козленко*

#### ПЕРЕВІРКА АДЕКВАТНОСТІ ПОДАННЯ ШВИДКІСНИМИ МОДЕЛЯМИ БУДОВИ ЗЕМНОЇ КОРИ ПРОТОКИ БРАНСФІЛДА

Вперше публікуються суміщені схеми батиметрії дна та аномалій поля сили тяжіння у вільному повітрі протоки Брансфільда (Західна Антарктика), побудовані авторами за даними міжнародних набортних зйомок.

Проведено густинне моделювання трьох варіантів сейсмічного розрізу вздовж профілю ГСЗ DSS-1 в протоці Брансфільда. Результати розрахунків показали, що при однаково гарному рішенні кінематичної і динамічної задачі всіх видозмін швидкісної моделі, спостережене поле можна задовільно підібрати тільки в одному випадку.

На підставі виконаної роботи зроблено висновок про те, що при гравітаційному моделюванні не слід сліпо використовувати результат тільки одного хвильового розрахунку, необхідно

залучати інші дані по досліджуваному регіону і не боятися при необхідності змінювати початковий розріз. Критерієм правильного відображення будови літосфери в густинній моделі повинна служити не її максимальна наближеність до сейсмічної, як вважають деякі дослідники, а геолого-тектонічна обґрунтованість отриманої структури при досить точному підборі спостереженого поля.

**Ключові слова:** протока Брансфілда, швидкісний розріз, густинна модель, гравітаційне поле, рельєф дна.

*Yu. Kozlenko, M. Kozlenko*

#### REPRESENTATION VALIDITY CHECK BY VELOCITY MODELS OF BRANSFIELD STRAIT EARTH'S CRUST STRUCTURE

For the first time combined bottom bathymetry schemes and gravity field anomalies in the free air of the Bransfield Strait (Western Antarctica), constructed by the authors according to international on-line surveys, are published.

Density modeling of three variants of the seismic section along the DSS-1 profile in the Bransfield Strait has been carried out. The results of calculations showed that for an equally good solution of the kinematic and dynamic problem of all modifications of the velocity model, the observed field can be satisfactorily selected only in one case.

On the basis of the work done, it was concluded that when gravitational modeling should not blindly use the result of only one wave calculation, it is necessary to involve other data for the region under investigation and not be afraid, if necessary, to change the initial cut. The criterion for the correct reflection of the structure of the lithosphere in the density model should not be its maximum approximation to seismic, as some researchers believe, but the geological-tectonic validity of the resulting structure for a sufficiently accurate selection of the observed field.

**Keywords:** Bransfield Strait, velocity section, density model, gravity field, bottom relief.