

УДК 550.838.3

## АНАЛИЗ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

© 2014 г. Ю.В. Брусиловский<sup>1</sup>, Б.В. Баранов<sup>1</sup>, П.С. Бабаянц<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия

<sup>2</sup> ЗАО «ГНПП «Аэрогеофизика», г. Москва, Россия

По результатам анализа магнитного поля выделена и околонуена область отрицательного магнитного поля, которая приурочена к погруженной части хребта Витязя и соответствует области растяжения и деструкции коры в регионе. Результаты решения обратной задачи дают основание полагать, что растяжение и деструкция коры в эпоху преимущественно обратной магнитной полярности сопровождались внедрением магматического материала. Присутствие в исследуемой области положительных локальных аномалий может быть связано с более поздним этапом магматизма, произошедшим в эпоху преобладания положительной магнитной полярности.

Характер магнитного поля и датировка коренных пород позволяют предположить, что зона растяжения во фронтальной части дуги сформировалась в позднем олигоцене, что по времени примерно соответствует началу раскрытия Курильской котловины и образованию вулканической дуги.

**Ключевые слова:** магнитное поле, магнитная полярность, обратная задача, зона деструкции, Курильская вулканическая дуга.

### Введение

В центральной части Курильской островной дуги в 2005, 2006 и 2010 гг. на научно-исследовательском судне «Академик М.А. Лаврентьев» были проведены три геолого-геофизические экспедиции (рейсы №№ 37, 41, 52), направленные на изучение строения Центрально-Курильской сейсмической брешы, которая рассматривалась как наиболее вероятное место будущего сильнейшего ( $M \geq 8$ ) землетрясения [Федотов, Чернышев, 2002]. Целью исследований было выяснение поверхностного и глубинного строения названного участка дуги для определения его сейсмического потенциала и оценки риска возникновения сильнейшего землетрясения [Лаверов и др., 2006; Кулинич и др., 2007]. В ходе рейсов выполнялись батиметрическая, сейсмическая, гравиметрическая и магнитометрическая съемки, а также геологическое опробование коренных пород фундамента.

Экспедициями выполнено около 16 000 пог. км геомагнитной съемки, по результатам которой выделена система разрывных нарушений, установлено блоковое строение коры и определены глубины залегания источников магнитных аномалий. Высокие амплитуды локальных аномалий стали основанием для вывода о том, что их источники связаны с проявлениями молодого магматизма [Иваненко и др., 2008; Брусиловский и др., 2012].

Кроме того, в пределах зоны активного растяжения центральной части Курильской островной дуги была выделена обширная область отрицательного магнитного поля. Комплексному анализу магнитного поля этой области и его геологической интерпретации посвящена настоящая статья.

### Общая характеристика района исследований

Район исследований расположен во фронтальной области центральной части Курильской островной дуги, морфологически состоящей из двух частей – внутренней (вулканической) дуги, представленной грядой Курильских островов, и внешней, соответствующей подводному хребту Витязя (рис. 1). На траверсе между островами Симушир и Расшуа хребет Витязя в рельефе дна не выражен, в связи с чем он рассматривается в виде двух отрезков – северо-восточного и юго-западного. Поверхность хребта залегает на глубине от 150–200 до 900–1000 м. В юго-восточном направлении склон хребта опускается к Курило-Камчатскому желобу; в северо-западном – к прогибу, отделяющему его от горного сооружения дуги.

По данным выполненного в рейсах геологического опробования, хребет сложен несколькими комплексами вулканических пород [Леликов, Емельянова, Баранов, 2008; Леликов, Емельянова, 2011]. Позднемиоценовые вулканические и интрузивные образования формируют единый вулкано-плутонический комплекс геологического фундамента рассматриваемой структуры. Кайнозойские вулканические породы подразделяются на эоценовый, позднеолигоценый, миоценовый и плиоцен-плейстоценовый комплексы. Все изученные магматические породы обладают общими геохимическими особенностями и относятся к образованиям известково-щелочной серии островных дуг, а плиоцен-плейстоценовые вулканогенные породы сходны с вулканиками фронтальной зоны Курило-Камчатской дуги. Каждый из названных комплексов отражает определенный этап развития подводного хребта Витязя и по времени совпадает с аналогичными этапами развития структур в других частях зоны перехода “континент–океан”, что указывает на единство тектонических процессов, формирующих исследуемую зону.

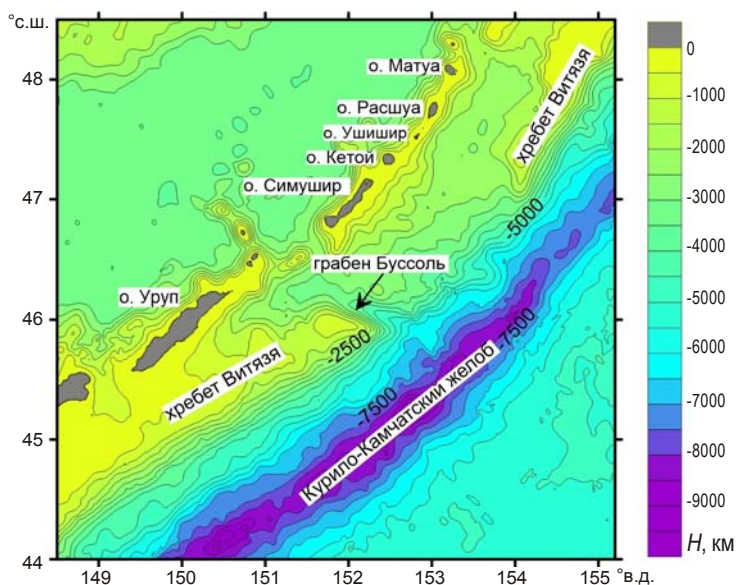
Примечательной структурой подводного рельефа в пределах изучаемого района является подводная долина Буссоль, ограничивающая хребет Витязя с северо-востока и представляющая собой грабен, ориентированный вкрест простирания островного склона [Васильев, Суворов, 1979]. Предполагается [Kimura, 1986], что образование этого грабена связано с перемещением юго-западного отрезка хребта Витязя к юго-западу за счет сдвиговой составляющей, появляющейся при косом поддвиге Тихоокеанской плиты под рассматриваемый отрезок дуги.

Исследования, выполненные в рейсах №№ 35, 41, показали, что строение фронтальной части Центральных Курил аномально для зоны субдукции и характеризуется наличием крупной структуры растяжения, в которой происходит деструкция коры [Лавров и др., 2006; Кулинич и др., 2007]. Установлено, что юго-западный и северо-восточный отрезки хребта Витязя ограничены сбросами, по которым его центральная часть опустилась на 2–4 км. Фундамент центральной части хребта имеет блоковое строение с наклонными стенками, что типично для структур, сформировавшихся в условиях растяжения.

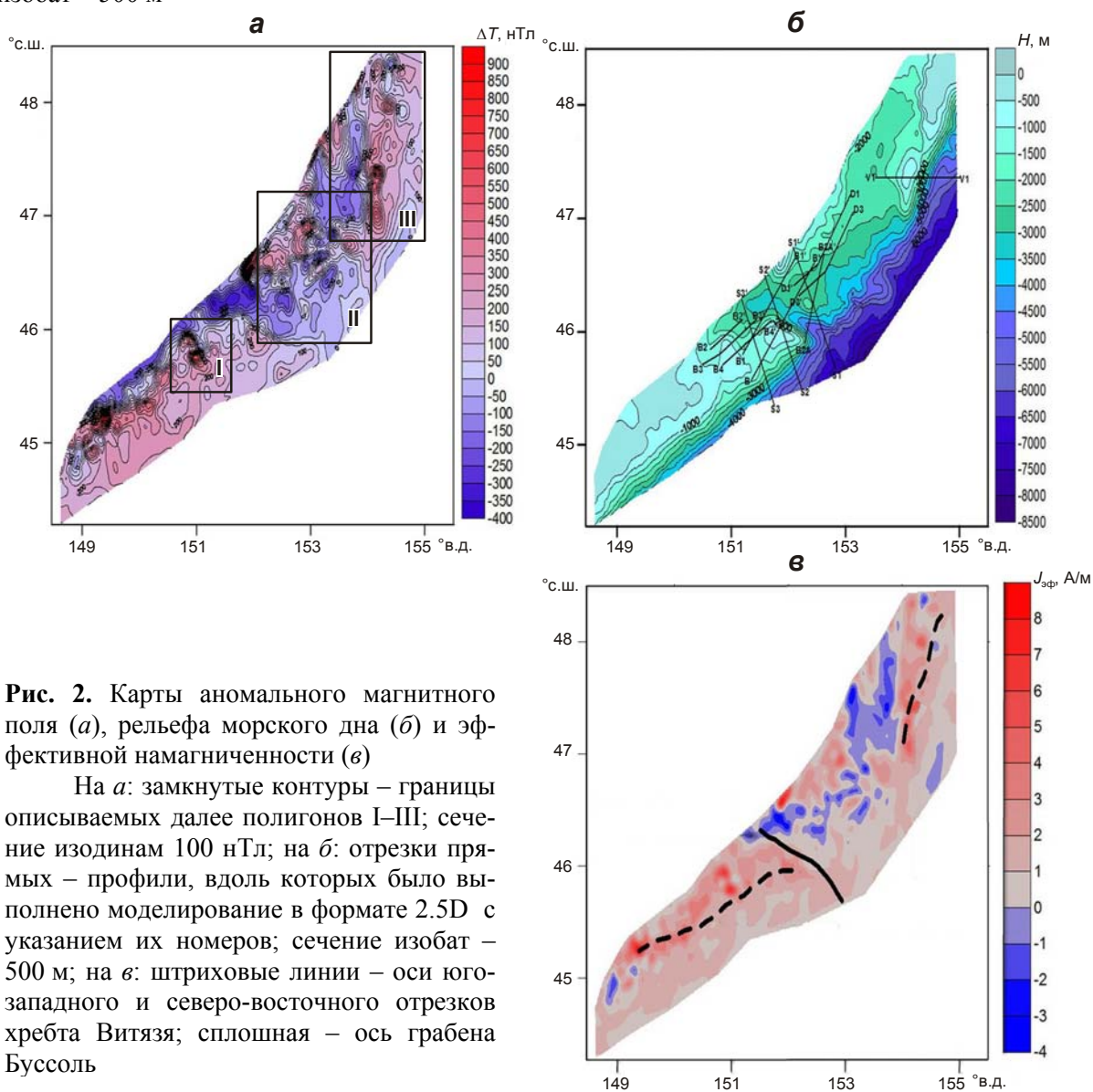
Блоки и грабены обнаружены и на отрезках хребта Витязя. Совокупность магнитных, сейсмических, гравиметрических и батиметрических данных позволяет оценить размеры блоков в 25–50 км. Зона растяжения имеет форму треугольника, сужающегося по направлению к желобу; ее ширина (расстояние от юго-западного до северо-восточного борта) в средней части склона составляет ~ 275 км.

### Методы анализа магнитного поля

Основой для анализа магнитного поля послужила матрица аномального магнитного поля, составленная по материалам рейсов №№ 37, 41, 52, дополненным данными из Международного банка геофизических данных *Geodas* [<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gdas/>]. Карта аномального магнитного поля приведена на рис. 2, а.



**Рис. 1.** Батиметрическая карта района исследований по данным [Smith, Sandwell, 1977]. Сечение изобат – 500 м



**Рис. 2.** Карты аномального магнитного поля (а), рельефа морского дна (б) и эффективной намагнитченности (в)

На а: замкнутые контуры – границы описываемых далее полигонов I–III; сечение изодинам 100 нТл; на б: отрезки прямых – профили, вдоль которых было выполнено моделирование в формате 2.5D с указанием их номеров; сечение изобат – 500 м; на в: штриховые линии – оси юго-западного и северо-восточного отрезков хребта Витязя; сплошная – ось грабена Буссоль

Для получения целостной и непротиворечивой модели магнитоактивного слоя в работе использовались независимые взаимодополняющие подходы к анализу магнитного поля. В частности, был использован комплекс программ, разработанный А.Н. Иваненко, сотрудником Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН [Иваненко и др., 2012]. В трехмерном варианте этой программы *Magdepth3D* оценка глубин верхних и нижних кромок аномальных объектов ведется двумя способами – стохастическим (по спектру поля) и детерминистским (алгоритм так называемой “эйлеровской деконволюции”). Полученные в результате такой интерпретации данные позволяют предлагать более надежно обоснованные модели распределения источников наблюдаемых магнитных аномалий. При анализе аномального магнитного поля использовалась процедура его разделения по глубине до источников поля. В настоящей работе названная программа использовалась как для трех-, так и для двухмерного моделирования [Иваненко и др., 2012].

Для серии профилей обратная задача была решена методом подбора в формате 2.5D [Cooper, 1997]. В этом случае магнитный разрез представлялся набором блоков с величиной эффективной намагниченности, отражающей интегральную намагниченность каждого блока по глубине. Для уменьшения неоднозначности решения обратной задачи при оценке глубин верхних кромок использовались сейсмические данные, полученные в тех же экспедициях [Кулинич и др., 2007]. Величина намагниченности подбиралась с учетом выполненного ранее петромагнитного анализа образцов [Иваненко и др., 2008].

Для трех полигонов, контуры которых отображены на рис. 2, а, с помощью технологии *REIST* из пакета программ Сигма-3D [Бабаянц, Блох, Трусов, 2004]) был выполнен расчет латерального распределения эффективной намагниченности.

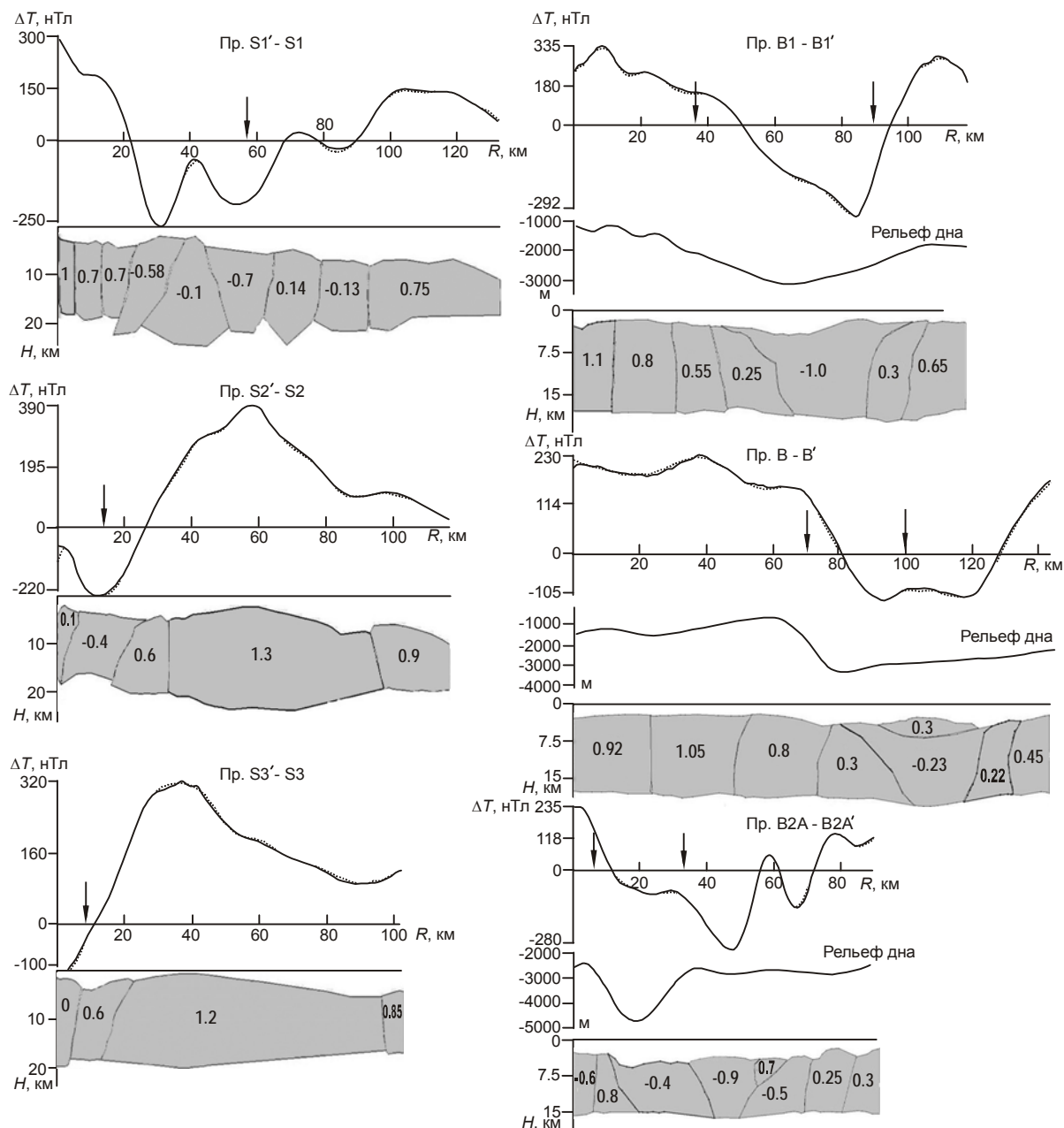
Обратная задача в формате 2.5D была решена для профилей, нанесенных на карту рельефа морского дна с указанием их номеров, упоминаемых далее в тексте статьи (рис. 2, б).

Карта эффективной намагниченности для исследуемой территории, построенная по результатам пакета программ *Magdepth3D*, на которой четко прослеживается область отрицательной намагниченности, совпадающая с областью отрицательной аномалии магнитного поля, приведена на рис. 2, в.

## Результаты

Наиболее крупной из выделенных аномалий магнитного поля является область отрицательных значений, имеющая в плане подковообразную форму, изогнутую в сторону желоба (см. рис. 2, а). Эта область отрицательного магнитного поля лежит в пределах зоны активного растяжения и деструкции центральной части Курильской островной дуги [Леликов, Емельянова, Баранов, 2008; Леликов, Емельянова, 2011] и соответствует погруженному участку хребта Витязя (рис. 2, б). Южной границей области служит грабен Буссоль, ориентированный в северо-западном направлении. Северо-восточная граница области простирается в субмеридиональном направлении от Курило-Камчатского желоба на юге до о. Онекотан на севере. Обе границы соответствуют сбросам, ограничивающим зону растяжения [Леликов, Емельянова, 2011]. Исходя из того, что выделенная область однородна и характеризуется отрицательной аномалией магнитного поля, можно предположить, что ее образование происходило в течение одного временного интервала, характеризующегося обратной магнитной полярностью. Для уточнения этого предположения магнитное поле было проанализировано с привлечением для большей объективности нескольких независимых способов.

Решение обратной задачи в трехмерном варианте с использованием пакета программ *Magdepth3D* позволило выделить область отрицательной намагниченности, хорошо совпадающую с областью отрицательного аномального поля (рис. 2, а, в). Для профилей  $S1-S1'$ ,  $S2-S2'$ ,  $S3-S3'$ , секущих область обратной намагниченности (см. рис. 2, б), была решена обратная задача в формате 2.5D, что позволило получить серию моделей, представляющих собой набор сопряженных блоков с подобранными геометрией и величиной эффективной намагниченности (рис. 3, левый столбец). По результатам подбора величина эффективной намагниченности составляет от  $-1.4$  до  $+1.7$  А/м, а глубина нижней кромки магнитоактивного слоя – от 16 до 19 км. При этом на всех трех профилях блоки с отрицательной намагниченностью соответствуют грабену Буссоль.



**Рис. 3.** Модели магнитоактивного слоя в формате 2.5D для профилей, секущих область обратной полярности (левый столбец), и профилей, расположенных в пределах грабена Буссоль (правый столбец). Положение профилей см. на рис. 2; описание условных – далее в тексте

На моделях на рис. 3 для каждого блока указаны значения эффективной намагниченности. Над моделями представлены графики изменения вдоль профиля наблюдаемого (тонкая сплошная линия) и модельного (пунктирная линия) магнитного поля, хорошо совпадающие на большей части профиля. На горизонтальных осях графиков в левом столбце стрелками отмечены места пересечения линий профиля с осью грабена Буссоль; в правом – границы грабена. Для моделей вдоль профилей, расположенных в пределах грабена Буссоль (правый столбец), приведены кривые, отображающие рельеф дна вдоль линий профилей. На горизонтальных осях графиков  $\Delta T$  отмечены расстояния от начала профиля ( $R$ , км).

Для уточнения модели вкрест простирания грабена было выполнено моделирование по профилям В1–В1', В–В', В2А–В2А', расположенным в пределах грабена Буссоль (рис. 3, *правый столбец*), которое показало, что модуль наибольшей величины отрицательной намагниченности соответствует осевой части грабена, а борта грабена характеризуются сравнительно невысокой намагниченностью. Особенно отчетливо это наблюдается на профиле В1–В1' (первый сверху в правом столбце), где ось грабена Буссоль целиком совпадает с блоком отрицательной полярности с величиной

$J_{\text{эф}} = -1$  А/м, а бортам грабена соответствуют слабомагнитные блоки с  $J_{\text{эф}} = 0.3$  и  $0.25$  А/м. На профилях В–В' и В2А–В2А' грабен также соответствует блокам с отрицательной величиной эффективной намагниченности. В северо-восточных частях разрезов наблюдается чередование блоков положительной и отрицательной намагниченности, перекрываемых положительно намагниченными блоками. В магнитном поле грабен Буссоль отмечается ступенью с амплитудой 200–250 нТл и обширным минимумом, осложненным локальными высокочастотными положительными аномалиями.

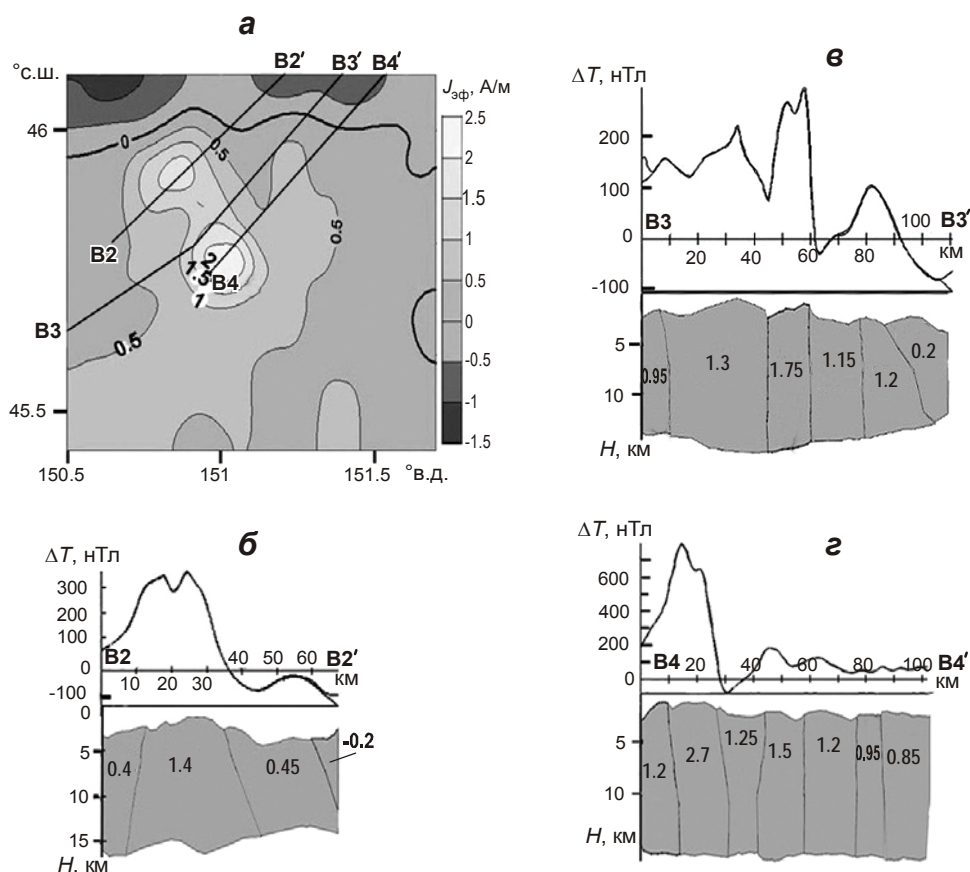
Для каждого из полигонов I, II, III был выполнен расчет латерального распределения эффективной намагниченности (рис. 4, *a* – рис. 6, *a*) с помощью технологии REIST [Бабаянц, Блох, Трусов, 2004]. Для ряда профилей в рамках этих полигонов решена обратная задача в формате 2.5D; результаты решения представлены на соответствующих фрагментах рис. 4–6.

*Полигон I* (рис. 4) охватывает окончание южного отрезка хребта Витязя, его северо-западный и юго-восточные склоны и частично грабен Буссоль (см. рис. 2, *a*). Основным элементом магнитного поля в его пределах является обширная зона положительных значений с резко выделяющимися локальными аномалиями амплитудой около 1000 нТл, приуроченными к поднятиям рельефа, которые выявлены по результатам батиметрической съемки и данным одноканальной сейсморазведки методом непрерывного сейсмического профилирования. Высокоградиентная зона перехода отделяет эту область от области отрицательной аномалии, расположенной в северной и северо-восточной частях полигона и соответствующей грабену Буссоль. В центре полигона выделяется интенсивная положительная аномалия, которая приурочена к локальному поднятию рельефа и выражена двумя максимумами поля, смещенными друг относительно друга по долготе. На карте распределения эффективной намагниченности (см. рис. 4, *a*) эта аномалия отмечается областью повышенных (до 2 А/м) значений.

Магнитные модели, рассчитанные по профилям на полигоне I, представлены набором блоков с эффективной намагниченностью, меняющейся от  $-0.2$  до  $2.8$  А/м (рис. 4, *z*). Учитывая особенности распределения эффективной намагниченности и полученных моделей, можно утверждать, что на полигоне выделяются, как минимум, две условных



зоны. Одна из них, охватывающая вершину юго-западного отрезка хребта Витязя,

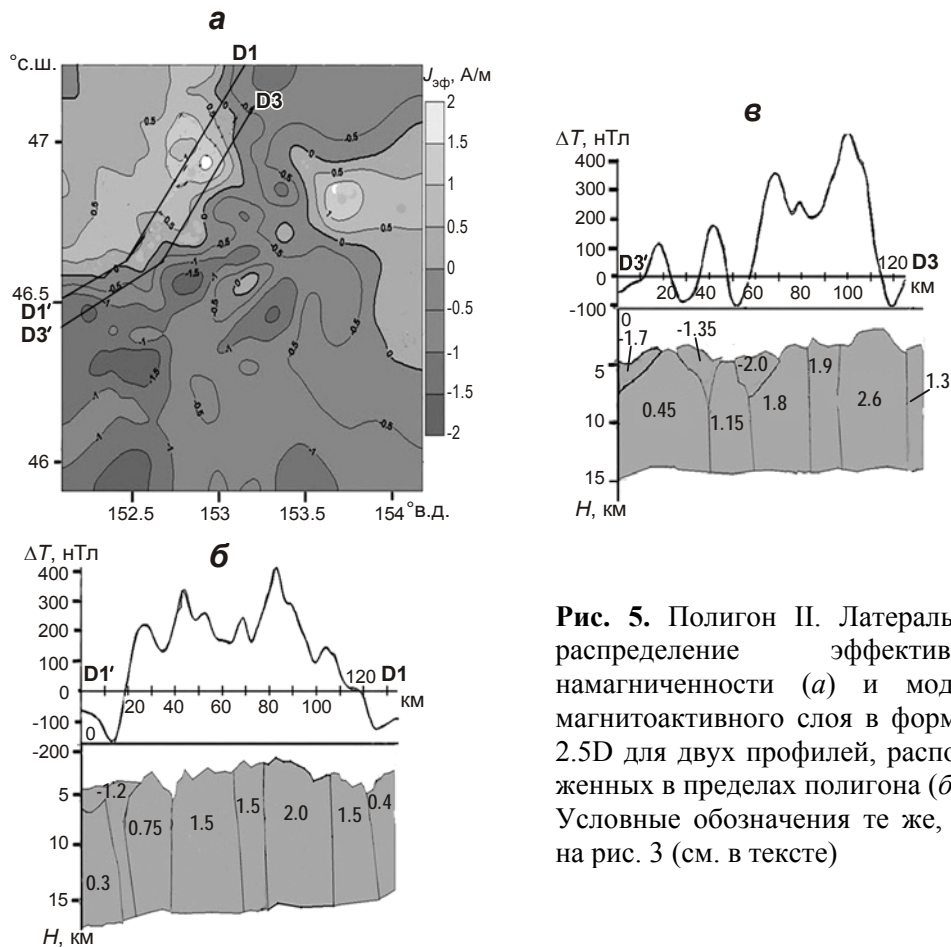


**Рис. 4.** Полигон I. Латеральное распределение эффективной намагниченности (а) и модели магнитоактивного слоя в формате 2.5D для трех профилей, расположенных в пределах полигона (б–г). Условные обозначения те же, что на рис. 3 (см. в тексте)

его северо-западный и юго-восточные склоны, характеризуется наличием интенсивных локальных аномалий на фоне в целом положительного магнитного поля. На моделях эта область представлена блоками с повышенными значениями эффективной намагниченности, что может быть связано с наличием в коре высокомагнитных тел [Сергеев, 1976]. Вторая зона, расположенная на севере и северо-западе полигона, характеризуется слабомагнитными блоками, приуроченными к южному борту грабена Буссоль. Блок с отрицательной намагниченностью на профиле B2–B2' (см. рис. 3, б) соответствует осевой части грабена, совпадающей с границей зоны максимальной деформации фронтальной части Курильской островодужной системы [Леликов, Емельянова, 2011].

Полигон II расположен в 30 милях к западу от о. Симушир и включает в себя юго-восточную оконечность грабена Буссоль и приостровной склон Курило-Камчатского желоба. В рельефе дна он соответствует погруженной части хребта Витязя. На карте латерального распределения эффективной намагниченности отчетливо выделяются две области – северо-западная и центральная (рис. 5, а). Первая из них характеризуется положительными значениями намагниченности от 0.5 до 1.5 A/m, центральная имеет отрицательную намагниченность и протягивается от юго-восточной оконечности грабена Буссоль на север вдоль западного борта подводного хребта Витязя.

Центральная область осложнена локальными аномалиями положительной намагниченности величиной до 2 А/м, которые могут быть обусловлены влиянием наложенного вулканизма.



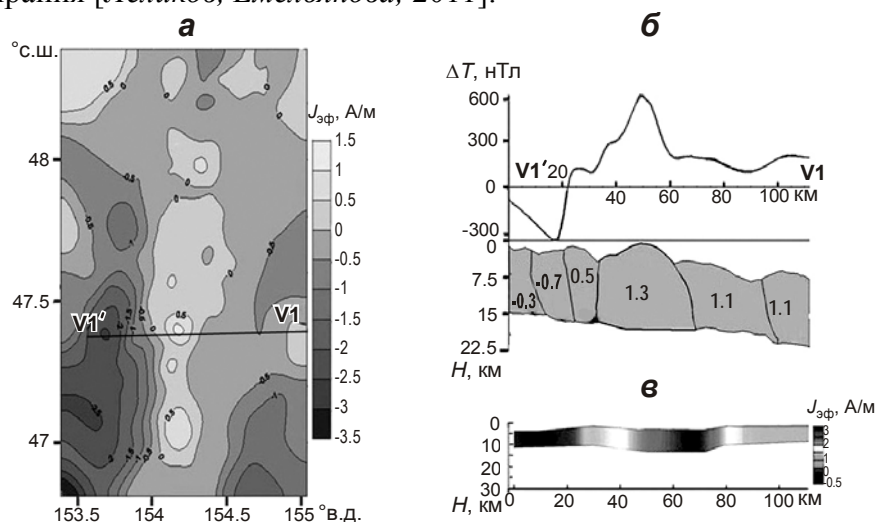
**Рис. 5.** Полигон II. Латеральное распределение эффективной намагниченности (а) и модели магнитоактивного слоя в формате 2.5D для двух профилей, расположенных в пределах полигона (б, в). Условные обозначения те же, что на рис. 3 (см. в тексте)

На рис. 5, б, в представлены блочные модели вдоль профилей, пересекающих преимущественно северо-западную область с юго-запада на северо-восток. Эти модели получены в результате решения обратной задачи в формате 2.5D и представлены набором крупных положительно намагниченных блоков с  $J_{\text{эф}}=0.7\text{--}2.6$  А/м с внедренными или перекрывающимися их телами отрицательной намагниченности.

Полигон III (рис. 6) расположен в пределах южной оконечности северо-восточного отрезка подводного хребта Витязя. На западе полигон частично захватывает междуговой прогиб, а на востоке – приостровной склон Курильского желоба. Для профиля V1'–V1 моделирование магнитного поля было выполнено двумя независимыми методами – в формате 2.5D и в двухмерном варианте [Иваненко и др., 2012]. Сопоставление полученных результатов показало близкие геометрические параметры моделей и полученных значений  $J_{\text{эф}}$ , а также схожесть характера распределения областей прямой и обратной намагниченности (рис. 6, б, в). В центральной части модели выделяется массивный блок с эффективной намагниченностью 1.3–2.0 А/м, шириной 35 км и верхней кромкой на глубине 0.6–0.75 км, которая соответствует его вершине. Этот блок отвечает центральной части северо-восточного отрезка хребта Витязя. Восточный борт подводного хребта Витязя представлен двумя блоками с эффективной намагниченностью 1.0 и 1.1 А/м, погружающимися в сторону Курильского желоба. К западу от центрального массива расположен приподнятый блок магнитоактивного слоя шириной 12 км с эффективной намагниченностью 0.5 А/м. При сопо-



ставлении с геологической картой подводного хребта Витязя этот блок совпадает с областью распространения скрытых выступов консолидированного фундамента и отделен от центральной части хребта Витязя тектоническим разломом субмеридионального простирания [Леликов, Емельянова, 2011].



**Рис. 6.** Полигон III. Латеральное распределение эффективной намагниченности (а) и модели магнитоактивного слоя для профиля V1'–V1 в двух форматах (б – 2.5D; в – 2D) Условные обозначения те же, что на рис. 3 (см. в тексте)

В западной части модель представлена двумя отрицательно намагниченными блоками с эффективной намагниченностью  $-0.3$  и  $-0.65$  A/m, ширина которых 10 и 12 км соответственно. Оба этих блока лежат в области отрицательной магнитной аномалии. При сопоставлении с геологической картой подводного хребта Витязя видно, что эта область совпадает с границей максимальной деструкции фронтальной части Курильской островодужной системы [Леликов, Емельянова, 2011].

### Обсуждение результатов и выводы

В работах [Лаверов и др., 2006; Кулинич и др., 2007] во фронтальной области центральной части Курильской дуги была выделена область растяжения и деструкции коры, приуроченная к погруженной части хребта Витязя. Вследствие растяжения центральная часть хребта была разбита на серию наклонных блоков и погрузилась на 2–3 км относительно его вершины; хребет Витязя был разделен на два сегмента (отрезка).

По результатам анализа магнитного поля выделена и оконтурена зона с обратной намагниченностью пород, приуроченная к погруженной части хребта Витязя и соответствующая области растяжения и деструкции коры. Результаты решения обратной задачи в формате 2.5D и расчеты эффективной намагниченности дают основание полагать, что растяжение и деструкция коры сопровождалась внедрением магматического материала в эпоху преимущественно обратной магнитной полярности. Присутствие в этой области положительных локальных аномалий, по большей части имеющих изометрическую форму, может быть объяснено внедрениями на более позднем этапе активного магматизма, проявившегося в эпоху положительной магнитной полярности.

Петрохимические данные и радиоизотопное определение возраста вулканических коренных пород, драгированных в рейсах №№ 37, 41, позволили выделить несколько возрастных комплексов – палеоценовый, эоценовый, позднеолигоценый, среднемиоценовый и плиоцен-плейстоценовый [Леликов, Емельянова, 2011]. Среди этих комплексов для определения возраста образований с обратной намагниченностью наиболее

интересны породы позднеолигоценового комплекса, которые были драгированы с хребта Витязя в области отрицательной полярности магнитного поля и представлены лавами и туфолавами андезитов и риолитов, а также их вулканокластическими аналогами. Возраст пород, определенный К-Аг-методом, составил  $27.5 \pm 1.6$  млн. лет, что может служить косвенной датировкой времени формирования зоны отрицательной намагниченности, образовавшейся в эпоху преимущественно обратной полярности на границе позднего олигоцена–раннего миоцена (24.32–25.75 млн. лет по шкале [Харленд и др., 1985]). Локальные аномалии положительной намагниченности, наблюдаемые в пределах области отрицательной магнитной полярности, вероятно, обусловлены наличием среднемиоценовых и плиоцен-плейстоценовых вулканитов, перекрывающих позднеолигоценовый комплекс.

Олигоцен-миоценовый период – примечательный этап формирования структур Курильской островодужной системы, включающей в себя желоб, вулканическую дугу и задуговую Курильскую котловину. Так, начало островодужного вулканизма в пределах Курильской дуги приходится на конец олигоцена – начало миоцена [Сергеев, 1976]. Прямые доказательства возраста Курильской котловины отсутствуют, однако известные значения теплового потока, глубины до фундамента котловины и данные сейсмостратиграфии позволяют предполагать, что она была сформирована в раннем олигоцене–позднем миоцене, т.е. 32–15 млн. лет [Kimura, Tamaki, 1986; Харахинов, 1996; Hayashi, 1997]. Характер магнитного поля и датировка коренных пород позволяют считать, что зона растяжения во фронтальной части дуги сформирована в позднем олигоцене.

Таким образом, есть все основания утверждать, что начало раскрытия Курильской котловины, формирования вулканической дуги и образования зоны растяжения и деформации коры во фронтальной части дуги произошло примерно в одно и то же время.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 11-05-00280).

### Литература

- Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусков А.А. Возможности структурно-вещественного картирования по данным магниторазведки и гравитационной разведки в пакете программ СИГМА-3D // Геофизический вестник. 2004. № 3. С.11–15.
- Брусиловский Ю.В., Иваненко А.Н., Жуковин А.Ю., Цовбун Н.М. Геомагнитное изучение центральной части Курило-Камчатской островной дуги в 52 рейсе НИС “Академик М.А. Лаврентьев” // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31, № 6. С.114–120.
- Васильев Б.И., Суворов А.А. Геологическое строение района подводной долины Буссоль (Курильская островная дуга) // Новые данные по геологии Дальневосточных морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С.58–68.
- Иваненко А.Н., Филин А.М., Горшков А.Г., Шишкина Н.А. Новые данные о структуре аномального магнитного поля центральной части Курило-Камчатской островной дуги // Океанология. 2008. Т. 48, № 4. С.600–614.
- Иваненко А.Н., Брусиловский Ю.В., Филин А.М., Шишкина А.М. Современные технологии обработки и интерпретации магнитных данных при работах на морских месторождениях нефти и газа // Геофизика. 2012. № 3. С.60–70.
- Кулинич Р.Г., Карп Б.Я., Баранов Б.В., Леликов Е.П., Карнаух В.Н., Валитов М.Г., Николаев С.М., Колпащикова Т.Н., Цой И.Б. О структурно-геологической характеристике “сейсмической брешы” в центральной части Курильской островной дуги // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26, № 1. С.5–19.

- Лаверов Н.П., Лаппо С.С., Лобковский Л.И., Баранов Б.В., Кулинич Р.Г., Карп Б.Я. Центральнo-Курильская “брешь”: строение и сейсмический потенциал // Докл. РАН. 2006. Т. 408, № 6. С.1–4.
- Леликов Е.П., Емельянова Т.А. Геология и вулканизм подводного хребта Витязя на Тихоокеанском склоне Курильской островной дуги // Океанология. 2011. Т. 51, № 2. С.329–343.
- Леликов Е.П., Емельянова Т.А., Баранов Б.В. Магматизм подводного хребта Витязя (тихоокеанский склон Курильской островной дуги) // Океанология. 2008. Т. 48, № 2. С.260–270.
- Сергеев К.Ф. Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 239 с.
- Федотов С.А., Чернышев С.Д. Долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги: достоверность в 1986–2000 гг., развитие метода и прогноз на 2001–2005 гг. // Вулканология и сейсмология. 2002. № 6. С.3–24.
- Харахинов В.В. Тектоника и история развития осадочных бассейнов // Структура и динамика литосферы и астеносферы Охотского региона / ред. А.Г. Родников, И.К. Туезов, В.В. Харахинов. М.: РАН, 1996. С.256–305.
- Харленд У.Б., Кокс А.В., Ллевеллин П.Г., Пиктон К.А.Г., Смит А.Г., Уолтерс Р., Фансетт К.Е. Шкала геологического времени. М.: Мир, 1985. 140 с.
- Cooper G.R.J. Forward modelling of magnetic data // Compute Geosci-Computers & Geosci. 1997. V. 23, N 10. P.1125–1129.
- Hayashi T. The Study of Thermal Structure and Tectonic History of the Derugin Basin, Sea of Okhotsk // Master’s Thesis. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 1997. 135 p.
- Kimura G. Oblique subduction and collision: Fore arc tectonics of the Kurile // Arc. Geology. 1986. V. 14. P.404–406.
- Kimura G., Tamaki K. Collision, rotation, and back-arc spreading in the region of the Okhotsk and Japan Seas // Tectonics. 1986. V. 5. P.389–401.
- Smith W.H.F., Sandwell D.T. Global sea floor topography from satellite altimetry and ship depth sounding // Science. 1977. V. 277. P.1956–1962.

#### Сведения об авторах

**БРУСИЛОВСКИЙ Юрий Викторович** – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт океанологии РАН им. П.П. Ширшова. 117997, Москва, Нахимовский просп., д. 36. Тел.: (499) 124-59-96. E-mail: [ura77777@rambler.ru](mailto:ura77777@rambler.ru)

**БАРАНОВ Борис Викторович** – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, Институт океанологии РАН им. П.П. Ширшова. 117997, Москва, Нахимовский просп., д. 36. Тел.: (499) 124-59-96. E-mail: [bbaranov@ocean.ru](mailto:bbaranov@ocean.ru)

**БАБАЯНЦ Павел Суренович** – главный геофизик, ЗАО НПП “Аэрогеофизика”. 127287, Москва, 2-я Хуторская ул., д. 38А, стр.15, офис 201. Тел.: (495) 641-12-30. E-mail: [bab@aerogeo.ru](mailto:bab@aerogeo.ru)

## ANALYSIS OF MAGNETIC FIELD OF THE FRONTAL AREA OF THE CENTRAL PART OF THE KURILE ISLAND ARC

Y.V. Brusilovsky<sup>1</sup>, B.V. Baranov<sup>1</sup>, P.S. Babayants<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Aerogeophisica Inc., Moscow, Russia

**Abstract.** An area of negative polarity was distinguished and contoured on the base of magnetic field analysis. This area is confined to subsided part of the Vityaz Ridge and corresponds to an area of the crust extension and destruction. Inverse problem solutions lead to the conclusion that extension and destruction of the crust were accompanied with intrusion of magmatic rocks mostly during the age of inverse polarity. Presence of local positive

magnetization anomalies in this area may be explained by superimposed volcanic activity associated with subsequent stage of magmatism related to the positive polarity period.

Based on magnetic field structure and bedrock dating we suggest that the extension zone in the fore-arc area was formed in the Late Oligocene, which approximately corresponds to the beginning of the Kurile Basin opening and volcanic arc formation.

**Keywords:** magnetic field, magnetic polarity, inverse problem, the zone of destruction, Kuril Island volcanic Arc.