

## СТРУКТУРА, ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ОКЕАНСКОГО СКЛОНА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КУРИЛ: НОВЫЕ ДЕТАЛИ

*З.Н. Прошкина, Р.Г. Кулинич, М.Г. Валитов*

*ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, ул. Балтийская 43, г. Владивосток, 690041; e-mail: [rkulinich@mail.ru](mailto:rkulinich@mail.ru)*

Поступила в редакцию 12 мая 2017 г.

Изложены результаты переинтерпретации геофизических данных, полученных при изучении центрального сектора Курильской островной дуги (2005–2010 гг.). В пределах ранее обнаруженной зоны тектонического растяжения и деструкции подводного хребта Витязя и междугового прогиба определены новые границы неглубокого залегания и блоковых выступов фундамента различного состава, выделены межблоковые впадины, заполненные осадочными и вулканогенно-осадочными отложениями. В пределах неразрушенного фундамента хребта Витязя определены участки, представленные вулканоплутоническими комплексами от базитового до сиалического ряда, вплоть до гранитов. На всей площади выделены интрузии и вулканические постройки, сложенные породами базитового ряда. Построенная карта рельефа границы Мохо и структурно-плотностная модель земной коры иллюстрируют связь формирования зоны деструкции с геодинамическими процессами в мантии.

**Ключевые слова:** междуговой прогиб, структура, вещественный состав, глубинное строение, зона деструкции, хребет Витязя, Центральные Курилы.

### ВВЕДЕНИЕ

В 2005 г. Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева (ТОИ) ДВО РАН и Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН организовали геолого-геофизическую экспедицию в район Центральных Курил, где ранее была выделена так называемая «сейсмическая брешь» – район длительного сейсмического затишья [28, 29 и др.] (рис. 1).

Исследования выполнялись на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (рейс № 37) и включили в себя батиметрию, одноканальную сейсморазведку (НСП), гравиметрию, магнитометрию и геологическое опробование (драгирование и отбор донных осадков с помощью грунтовых трубок). В результате выполненных работ здесь была выявлена поперечная зона тектонической деструкции рифтогенного типа, разрушившая основные геологические сооружения океанского склона островной дуги – подводный хребет Витязя и междуговой прогиб, отделяющий его от Большой Курильской островной гряды [18, 21]. В последующем ТОИ ДВО РАН выполнил здесь еще две геолого-геофизические экспедиции, в задачу которых входила детализация ранее выполненных исследова-

ний (НИС «Академик М.А. Лаврентьев», рейсы № 41, 2006 г. и № 52, 2010 г.).

В результате, с учетом геолого-геофизических данных, полученных в прошлые годы, в ТОИ ДВО РАН собран большой объем батиметрических, сейсмических, гравиметрических и магнитометрических данных, собрана большая коллекция геологических проб, включившая широкий спектр осадочных, вулканогенно-осадочных, вулканогенных и интрузивных пород. Сильнейшие землетрясения, которые потрясли этот район в 2006 г. ( $M = 8.3$ ) и 2007 г. ( $M = 8.2$ ), дали возможность исследовать связь этих событий с новыми данными о структуре земной коры этого района. Все это послужило основой для всестороннего и активного изучения выявленного феномена, полученные результаты опубликованы в ряде работ геологического и геофизического направления [1, 3, 4, 9, 10, 18–26]. В итоге решен широкий спектр вопросов, касающихся современного структурно-тектонического облика и глубинного строения фронтального островного склона Центральных Курил, его тектоно-магматической эволюции с позднего мела до плейстоцена и связи имевших здесь место силь-

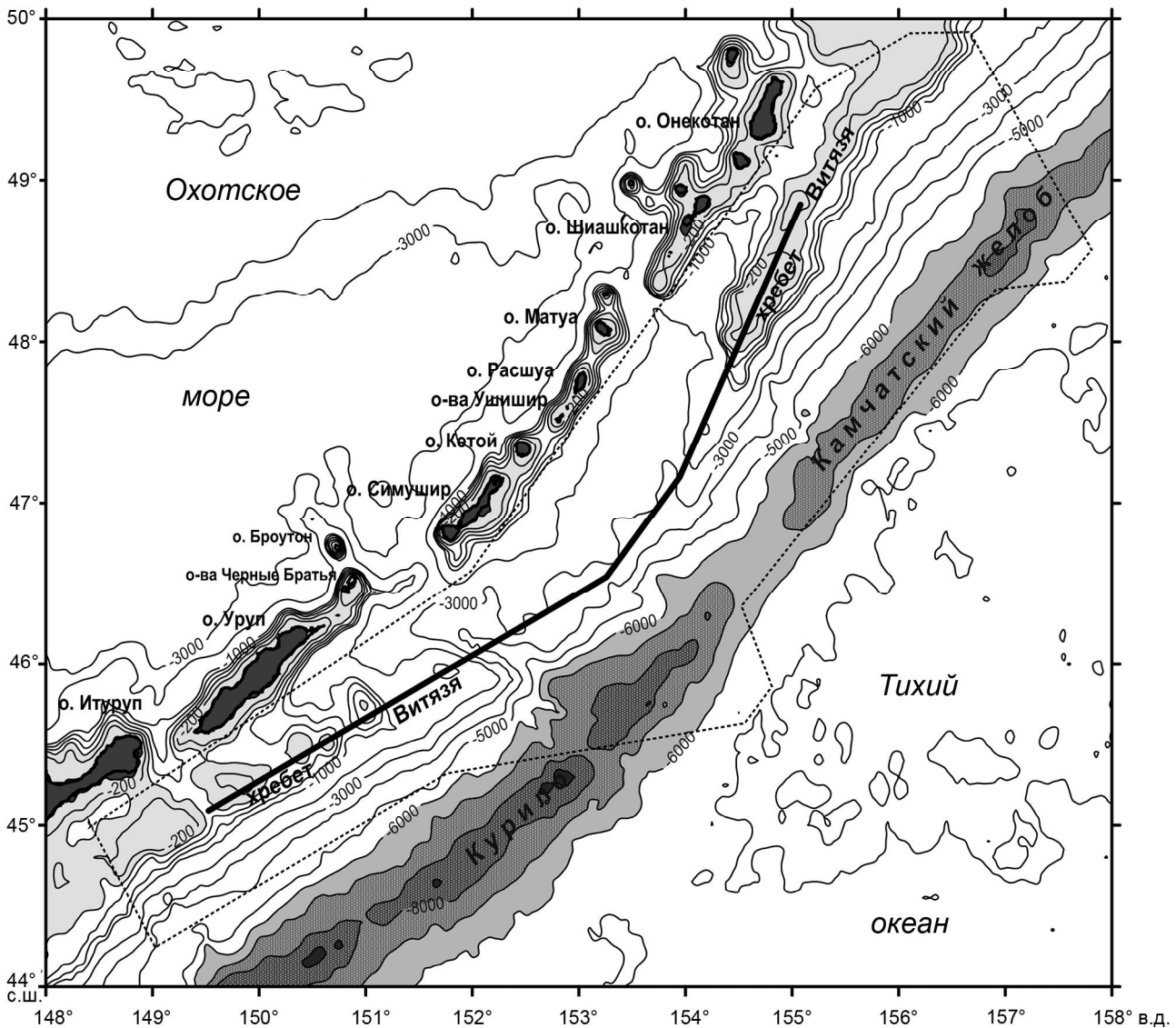


Рис. 1. Положение района исследований (обозначен пунктирной линией). Сплошной жирной линией обозначено положение структурно-плотностной модели земной коры (см. рис. 7).

нейших коровых землетрясений с блоковой структурой этого района.

Однако анализ указанных работ показывает очевидную разобщенность в интерпретации геолого-геофизических материалов, а также недостаточное или неадекватное использование имеющихся данных для решения задач, поставленных авторами работ как геологического, так и геофизического профиля.

Это касается, например, работ геологического профиля, где авторы завершают свои исследования построением геологических карт и геолого-структурных схем без использования полного комплекса геофизических данных, что совершенно необходимо в условиях скрытости геологических объектов под вод-

ной толщей и недостаточной эффективности того или иного геофизического метода в отдельности.

Так, авторы работ [24, 25], посвященных, главным образом, магматизму и истории формирования подводного хребта Витязя, представляют два варианта геологических карт района исследований. Из работы [24] можно понять, что кроме результатов драгирования для составления карты могли быть использованы данные магнитометрии и структурная схема, построенная, в основном, по данным гравиметрии в одной из наших первых работ [18]. В работе [25] представлен расширенный и более детальный вариант геологической карты. Однако ни характер использованного первичного материала, ни методика построения кар-

ты не указаны. В других работах геолого-структурного характера [1, 23] также использовалась не вся база геолого-геофизических данных, полученных в экспедициях 2001–2010 гг. Узким подходом к интерпретации указанных данных отличаются и статьи геофизического профиля. Несколько публикаций посвящены интерпретации результатов только гидромагнитной съемки [3, 4]. Авторами настоящей статьи опубликованы работы, основу которых составляет интерпретация гравитационных аномалий как самостоятельного источника необходимой информации, так и в сочетании с результатами предшествующих исследований методом глубинного сейсмического зондирования [19, 20].

Несмотря на большой объем опубликованной к настоящему времени геолого-геофизической информации, авторы настоящей статьи пришли к выводу, что по указанным выше причинам еще не вся полезная информация извлечена из имеющейся базы экспедиционных данных. Это послужило поводом для повторного анализа и геологической интерпретации имеющейся базы геофизических данных для уточнения структурно-вещественных характеристик зоны тектонической деструкции океанского склона Центральных Курил и ее флангов на основе комплексного подхода к этому процессу. Ниже излагаются основные результаты выполненной работы.

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА АНАЛИЗА

В качестве исходного геофизического материала были использованы каталоги и геофизические карты, составленные по результатам экспедиций 2005–2010 гг. и приведенные в предшествующих публикациях, карта гравитационных аномалий в свободном воздухе, построенная по данным морской и спутниковой гравиметрии [18, 19], карта магнитных аномалий, построенная по результатам гидромагнитной съемки и дополненная материалами Международного банка геофизических данных Geodas [3, 4]. Кроме этого использовались карты мощности осадочного чехла и рельефа акустического фундамента по данным НСП [10], схема размещения станций драгирования [22–25] и описание горных пород и осадков, поднятых на станциях.

Исходя из того, что основные структурно-вещественные характеристики изучаемого района уже определены на предшествующих этапах исследований, наш анализ был сосредоточен на их детализации и выявлении новых структурно-вещественных особенностей в этом районе. Было продолжено изучение возможной связи формирования зоны деструкции с глубинной геодинамикой [20, 26]. Для этого потребовался ряд трансформаций гравитационного и магнитного

аномальных полей, корреляционный анализ связи этих полей между собой, с рельефом морского дна и мощностью земной коры, а также гравитационное (структурно-плотностное) моделирование глубинной структуры района.

Трансформация гравитационного и магнитного полей преследовала цель разделения наблюдаемых полей на региональную и локальную составляющие. При этом предполагалось, что региональные гравитационные аномалии отражают общую картину структурно-плотностной неоднородности верхней мантии и размещения в коре крупных породных комплексов различной степени литификации и метаморфизма, а в совокупности с магнитными аномалиями – их насыщенности магматогенным материалом базитового ряда. Локальные же аномалии наиболее отчетливо отражают искомые структурно-вещественные детали в фундаменте изучаемого района. Трансформация указанных полей выполнялась методом осреднения [6] с радиусами осреднения 25, 50, 75 и 100 км. Локальные аномалии получены как разность наблюдаемого и осредненного поля:

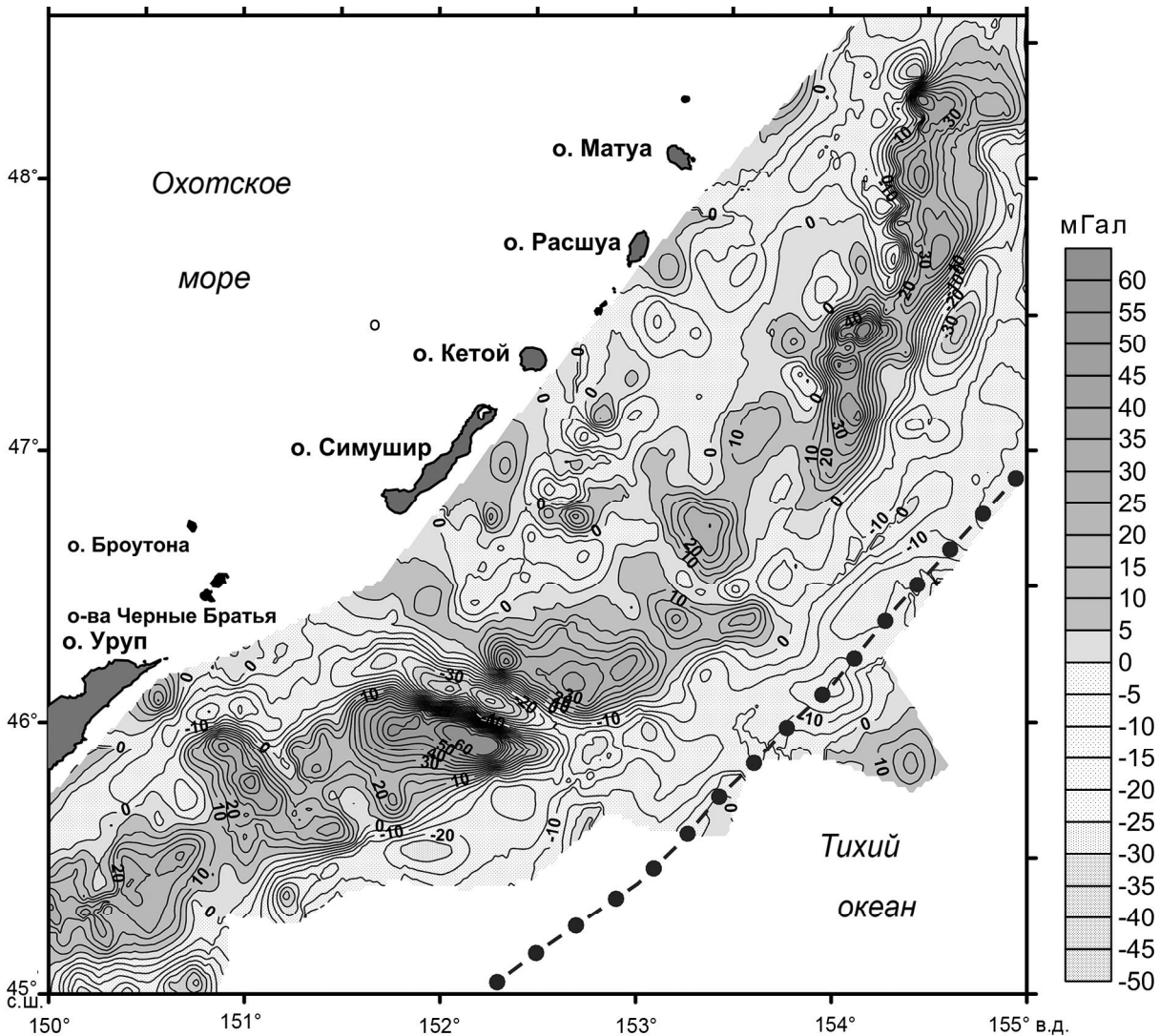
$$\delta U = U_n - U_{\text{ср}},$$

где  $\delta U$  – локальная (остаточная) составляющая трансформируемого поля,  $U_n$  – наблюдаемое поле,  $U_{\text{ср}}$  – осредненное поле по окружности с заданным радиусом.

Из результатов многовариантных расчетов локальных аномалий были выбраны наиболее эффективные. Ими оказались аномалии, рассчитанные с радиусом осреднения 75 км. На этой основе были построены карты соответствующих трансформант, которые в совокупности с исходным материалом стали основой для последующей геологической интерпретации. Поскольку исходные карты гравитационных и магнитных аномалий уже публиковались в предшествующих работах [3, 4, 18, 19], ниже приводятся лишь их трансформанты – остаточные аномалии (рис. 2, 3).

В процессе геологической интерпретации гравитационных и магнитных аномалий был использован корреляционный анализ тесноты их связи между собой и рельефом дна. Эта процедура была выполнена на базе расчета коэффициента корреляции в скользящем окне размером  $0.2^\circ$  со сдвигом  $0.02^\circ$  по сетке с изометричной ячейкой  $10 \times 10$  км:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right) / n}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n}}} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n}},$$



**Рис. 2.** Карта остаточных гравитационных аномалий океанского склона Центральных Курил. Штрихпунктирной линией обозначена ось Курило-Камчатского желоба.

где  $r$  – коэффициент корреляции;  $x_i$  – значение гравитационной аномалии  $\Delta g$  в  $i$ -й точке;  $y_i$  – значение магнитной аномалии  $\Delta T$  в  $i$ -й точке;  $n$  – кол-во значений, попадающих в ячейку  $10 \times 10$  км.

По данным расчетов была построена карта площадного распределения коэффициента корреляции указанных аномалий (рис. 4). На ее основе выделены участки с положительной и отрицательной корреляцией с порогом ее существования при значении коэффициента 0.5 и выше. Остальная часть района исследований принята за площадь, где отсутствует значимая взаимосвязь между гравитационными и магнитными аномалиями. Полученная карта использована для определения геологической природы источников геофизических аномалий. В дополнение к этому в таблице показаны возможные варианты геологических

объектов – источников геофизических аномалий в зависимости от сочетания знаков гравитационных и магнитных полей.

Комплекс вышеуказанных преобразований и статистической обработки геофизических данных в совокупности с результатами геологических исследований [22–25] послужил основой для построения обновленного варианта геолого-структурной схемы изучаемого района.

Для формирования общих представлений о связи близповерхностных геологических сооружений и коровых тектонических процессов с глубинной структурой мы посчитали полезным дополнить геолого-структурную схему района (рис. 5) картой изоглубин основания коры (поверхности Мохо) (рис. 6) и структурно-плотностной моделью земной коры, отражаю-

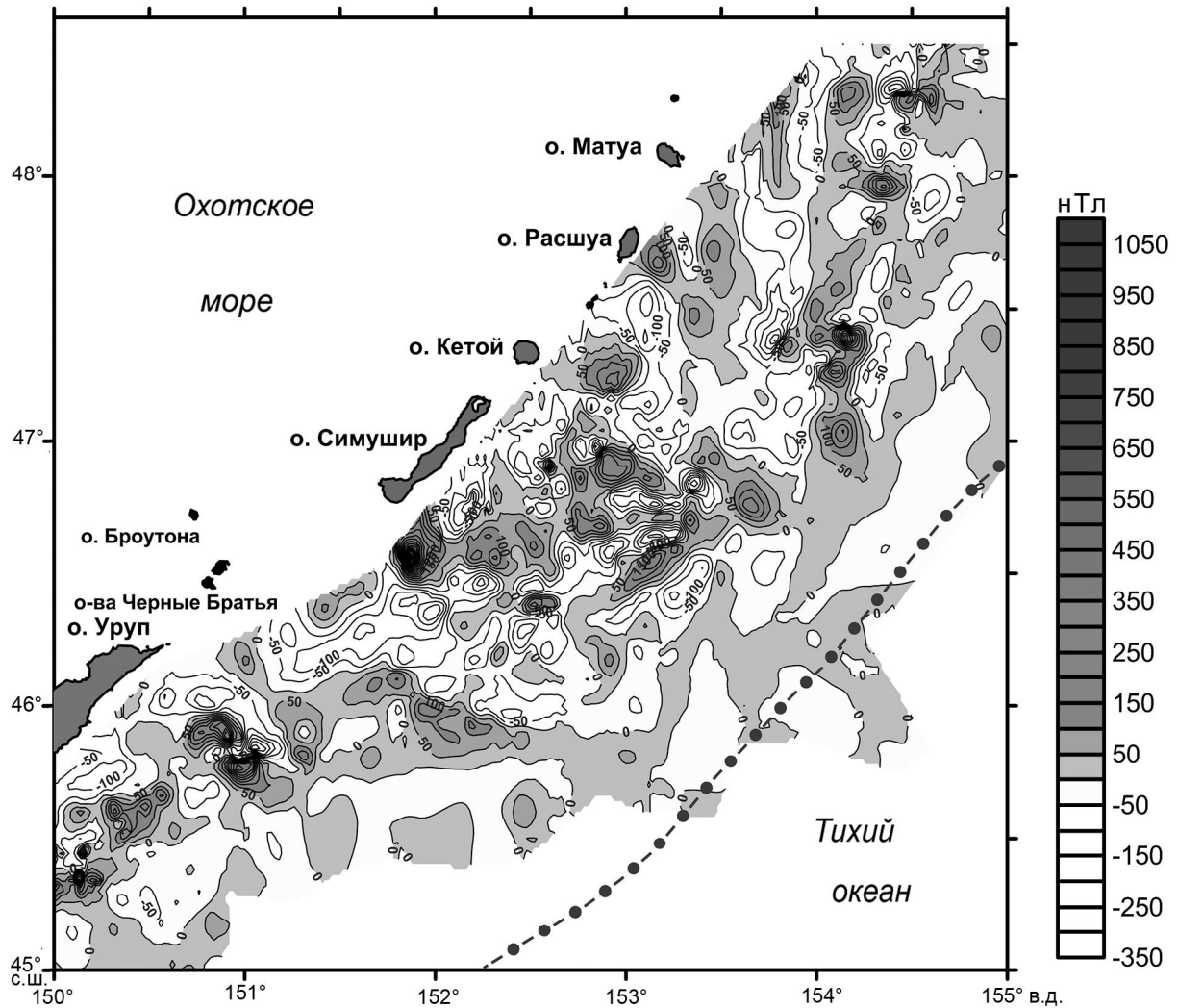


Рис. 3. Карта остаточных магнитных аномалий  $\Delta T_a$  океанского склона Центральных Курил. Штрихпунктирной линией обозначена ось Курило-Камчатского желоба.

щей общий глубинный профиль развитой здесь зоны тектонической деструкции (рис. 7).

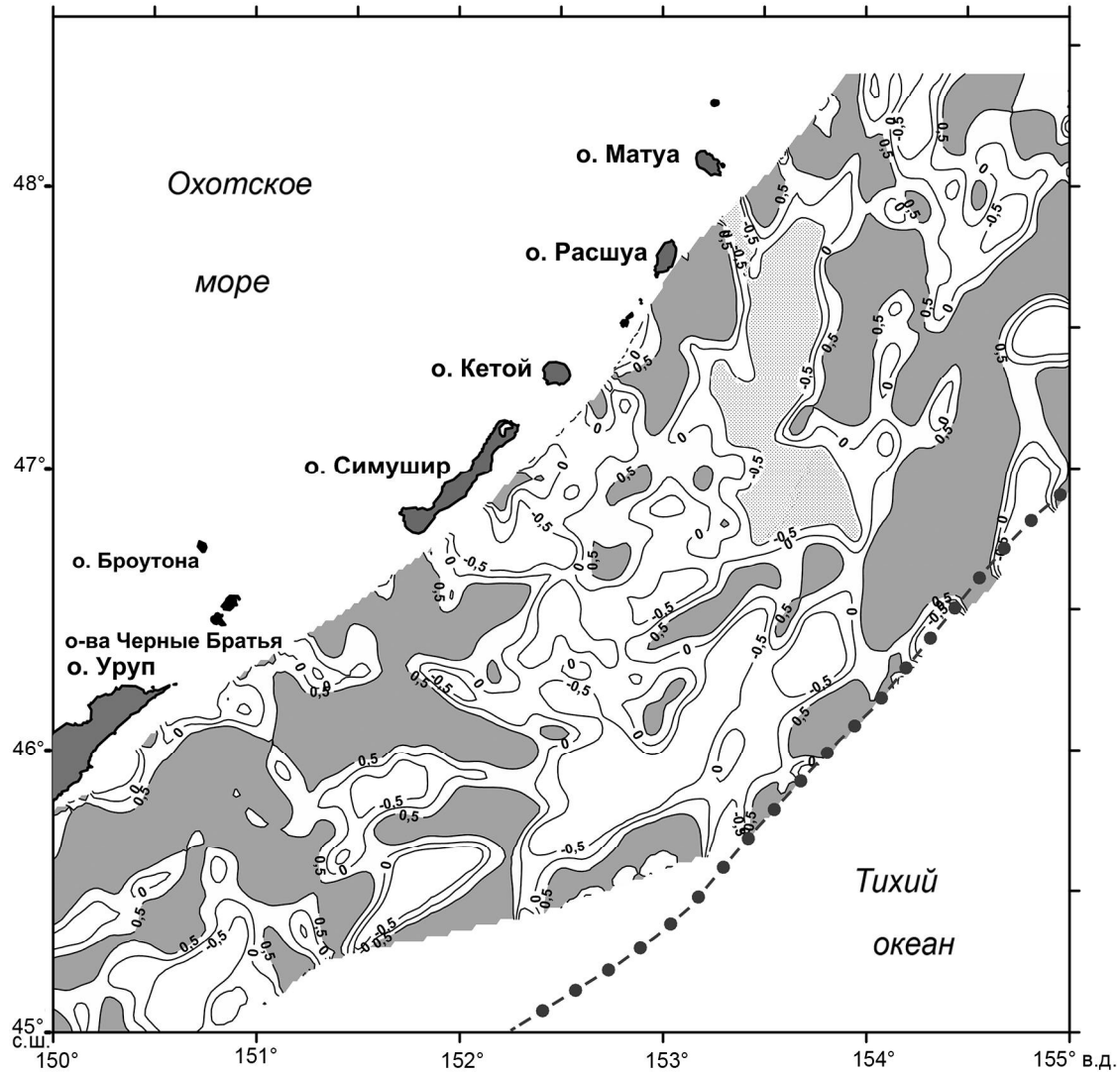
Для построения указанной карты была использована статистическая связь мощности земной коры с величиной осредненных гравитационных аномалий, глубиной морского дна и мощностью донных осадков, хорошо зарекомендовавшая себя при изучении Южно-Китайского и Японского морей [14, 17]:

$$H = d + a\Delta g_{\text{св.в.}} - bh_{\text{в}} - ch_{\text{ос}},$$

где  $H$  – глубина залегания поверхности  $M$ , км;  $\Delta g_{\text{св.в.}}$  – аномалия в свободном воздухе, мГал;  $h_{\text{в}}$  – глубина морского дна, м;  $h_{\text{ос}}$  – мощность осадочного слоя, м;  $a, b, c$  – коэффициенты при независимых переменных,  $d$  – свободный член.

Однако использование этой зависимости в данном случае имело свои особенности, связанные с тем, что рассматриваемый район расположен в сложных

морфоструктурных условиях. Действительно, здесь в непосредственной близости расположены: глубоководная котловина Охотского моря, Курильская островная дуга, глубоководный желоб и ложе Тихого океана. При этом каждой из перечисленных морфоструктур соответствует свой тип и мощность коры. Поэтому использование приведенной выше зависимости для всей площади района мы считали некорректным. Учитывая это, район исследований был разбит на несколько морфоструктурных зон и для каждой из них были рассчитаны свои коэффициенты регрессии, входящие в приведенное выше уравнение. Для расчета указанных коэффициентов были использованы сейсмические разрезы по данным глубинного сейсмического зондирования, проводившегося с 1957 по 2010 г. [5, 7, 8, 12, 27]. С сейсмических разрезов снимались значения глубины поверхности



**Рис. 4.** Карта распределения коэффициента корреляции остаточных гравитационных и магнитных аномалий.

Темным цветом обозначены участки положительной корреляции гравитационных и магнитных аномалий с коэффициентом корреляции 0.5 и выше; крапом обозначены участки отрицательной корреляции указанных аномалий с коэффициентом корреляции -0.5 и выше. Штрихпунктирной линией обозначена ось Курило-Камчатского желоба.

**Таблица.** Парные сочетания положительных и отрицательных гравитационных и магнитных аномалий и их возможные геологические источники.

Аномалии		Возможный геологический источник аномалий
гравитационные	магнитные	
+	+	Магматогенные массивы базитового ряда
-	-	Слаболитифицированные осадочные отложения в прогибах, депрессиях, тектонических впадинах и т.п.
+	-	Структурные поднятия фундамента (блоковые, антиклинальные и т.п.) или магматогенные массивы сиалического ряда во вмещающих осадочных или осадочно-вулканогенных отложениях
-	+	Осадочно-вулканогенные комплексы в прогибах, депрессиях, тектонических впадинах и т.п.

Аномалии: (+) – положительные; (-) – отрицательные.

Мохо, мощности осадочного слоя и глубины морского дна. Из-за ограниченной по площади морской гравиметрической съемки в качестве гравитационного поля, участвующего в расчетах, были использованы данные спутниковой альтиметрии, осредненные палеткой  $0.1^\circ$  [31]. Полученные коэффициенты регрессии усреднялись и вводились в уравнение регрессии. Далее был сделан расчет глубин залегания поверхности Мохо на площади, включающей все основные морфоструктуры изучаемого района. На этой основе построена соответствующая карта.

Структурно-плотностная модель земной коры рассчитана по программе, разработанной в лаборатории гравиметрии ТОИ ДВО РАН и многократно использованной нами в предшествующих работах [13, 15, 16, 20, 26 и др.]. В основу программы положены разработки В.Н. Страхова, основанные на вычислении гравитационного эффекта от двухмерных тел, поперечное сечение которых аппроксимируется многоугольником [11]. В качестве исходных данных использованы результаты морской гравиметрии и непрерывного сейсмического профилирования, выполненных в экспедициях НИС «Академик М. Лаврентьев» в период 2005–2010 гг. (рейсы №№ 37, 41, 52). В качестве опорных данных для плотностного моделирования были использованы результаты сейсмического зондирования, выполненные в прошлые годы СахКНИИ ДВНЦ АН СССР (в настоящее время ИМГиГ ДВО РАН) и ФГУНПП СЕВМОРГЕО [8, 9, 27]. В результате моделирования построен структурно-плотностной разрез, отражающий общий глубинный облик наложенной рифтогенной зоны, разрушившей подводный хр. Витязя и междуговой прогиб, отделяющий его от Большой Курильской гряды.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из основных результатов выполненной работы является обновленная геолого-структурная схема района исследований (рис. 5). Это оказалось возможным благодаря повторному использованию и системному анализу всего объема имеющихся геолого-геофизических данных и результатов их интерпретации, опубликованных к настоящему времени участниками проекта «Изучение строения центральной части Курило-Камчатской островной дуги как возможного очага катастрофического цунамигенного землетрясения», реализованного Тихоокеанским океанологическим институтом им. В.И. Ильичева ДВО РАН и Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН в 2005–2010 гг.

К новой информации, содержащейся в представленной схеме, можно отнести следующее:

- в пределах фундамента неразрушенных сегментов хр. Витязя выделены участки с преимущественным распространением вулканоплутонических формаций базитового ряда, представленных базальтами, андезибазальтами, андезитами и их глубинными аналогами. Помимо этого выделены участки фундамента, вероятно, сложенные кремнисто-терригенным комплексом, включающим кремнистые алевроаргиллиты, алевролиты, песчаники, а также вулканоплутоническими формациями кислого ряда, включая граниты позднемелового и эоценового возраста [25];

- в зоне деструкции хр. Витязя уточнены контуры участков неглубокого залегания фундамента и блоковых выступов различного состава, выделены участки межблоковых впадин, заполненных слаболифитифицированными осадочными и вулканогенно-осадочными отложениями;

- в пределах прогиба, отделяющего хр. Витязя от Большой Курильской гряды, в зоне деструкции и в других местах океанского склона островной дуги в осадочном чехле выделены участки, представленные осадочно-вулканогенными образованиями;

- выделен подводный вулканоплутонический пьедестал островов Большой Курильской гряды;

- на всей исследованной площади выделены интрузии и вулканические постройки базитового ряда, их численность увеличена в пределах северного сегмента хр. Витязя и в зоне его деструкции.

Представленная схема хорошо дополняется картой изоглубин поверхности Мохо (мощности коры от уровня моря), на которой отчетливо видны деформации в рельефе поверхности Мохо под зоной деструкции хр. Витязя (рис. 6). На рисунке, на участках неразрушенного хр. Витязя мощность земной коры составляет порядка 24 км, в зоне его деструкции она уменьшается до 18–20 км, обозначая подъем мантии на 4–6 км.

Корреляцию поверхностной структуры с глубинным строением рассматриваемого района иллюстрирует и гравитационная (структурно-плотностная) модель земной коры (рис. 7), рассчитанная вдоль профиля, ориентированного вкрест простирания зоны разрушения геологических структур океанского склона Центральных Курил (рис. 1).

Модель позволяет предположить, что на траверсе о-ва Симушир наблюдается практически полное разрушение хр. Витязя. Кроме того, модель подтверждает сокращение мощности коры и соответствующий подъем мантийных масс под зоной разрушения, который обозначился на вышеприведенной карте изоглубин поверхности Мохо. Подъем (апвеллинг) мантийных масс в районе пролива Буссоль ранее был

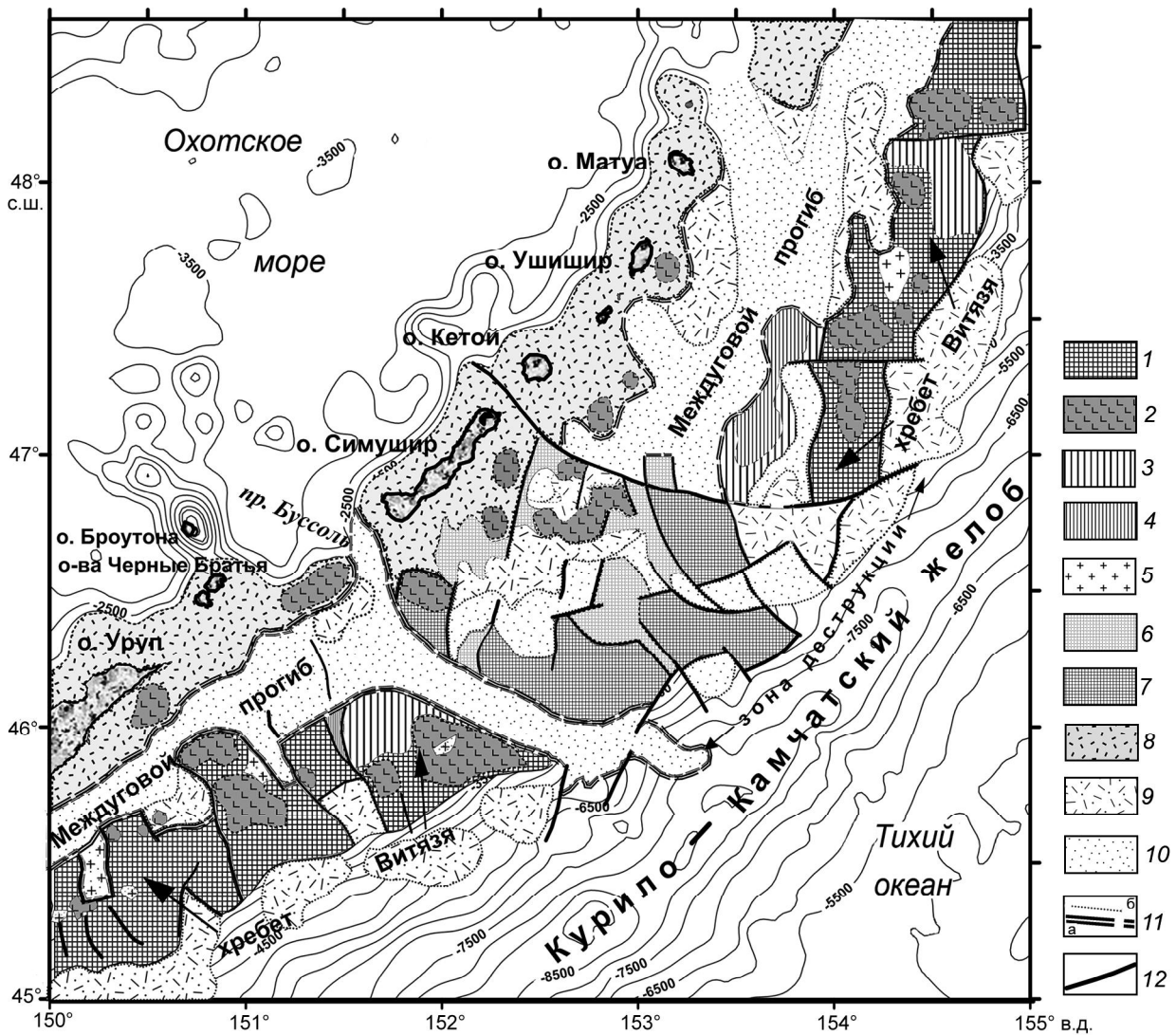


Рис. 5. Геолого-структурная схема океанского склона Центральных Курил.

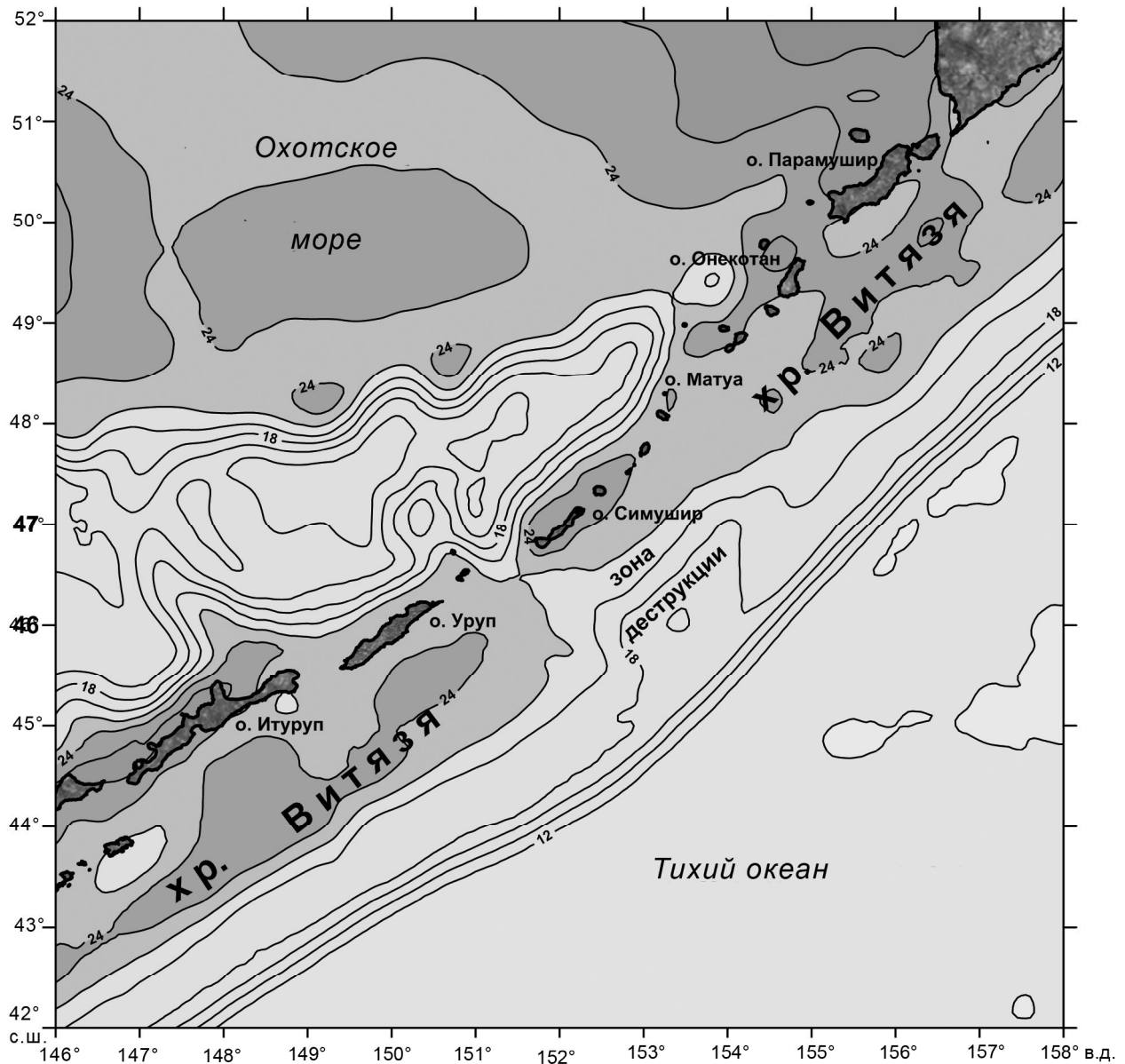
1 – участки фундамента хребта Витязя, представленные преимущественно вулcano-плутоническими формациями базитового ряда (базальты, андезибазальты, андезиты и их глубинные аналоги); 2 – вулcano-плутонические массивы и отдельные постройки базитового состава; 3 – участки фундамента хр. Витязя, представленные кремнисто-терригенным комплексом, включающим кремнистые алевроаргиллиты, алевролиты, песчаники, а также вулcano-плутоническими формациями кислого ряда позднемелового–палеогенового возраста; 4 – выступы фундамента, представленного кремнисто-терригенным комплексом и магматогенными образованиями кислого ряда; 5 – граниты в фундаменте хребта Витязя; 6 – неглубокое залегание фундамента неясного состава в зоне разрушения хр. Витязя; 7 – блоковые выступы фундамента в зоне разрушения хр. Витязя; 8 – подводный магматогенный пьедестал островов Курильской гряды; 9 – участки слаблитофицированных осадочно-вулканогенных отложений (туфопесчаники, туфодиациты, туфогенно-кремнистые породы и др.) в осадочном чехле; 10 – слаблитофицированные осадочные отложения; 11 – границы крупных (а) и прочих (б) осадочных и вулканогенно-осадочных бассейнов; 12 – разноранговые разломы.

зафиксирован сейсмической томографией в виде обширной низкоскоростной аномалии на глубинах 80–160 км [30].

Все это позволяет полагать, что формирование зоны деструкции явилось следствием и внешним проявлением геодинамических процессов в мантии. Природа и механизм этих процессов остаются пока не выясненными. Однако в работе [2], на базе мор-

фоструктурного анализа объемов и геохимических характеристик вулканитов в Центральном сегменте Курил с учетом наших предшествующих геофизических исследований, было высказано предположение, что формирование рассматриваемой зоны растяжения и деструкции могло быть следствием разрыва погружающейся Тихоокеанской плиты с образованием «субдукционного окна» [32] и апвеллингом





**Рис. 6.** Карта изоглубин поверхности Мохо района Центральных Курил.

Цифрами обозначены глубины залегания поверхности Мохо (мощность коры, включая водный слой, км).

мантии. Эта мысль представляется плодотворной. Однако данная проблема требует дополнительного целенаправленного изучения, что не входило в задачу настоящей работы.

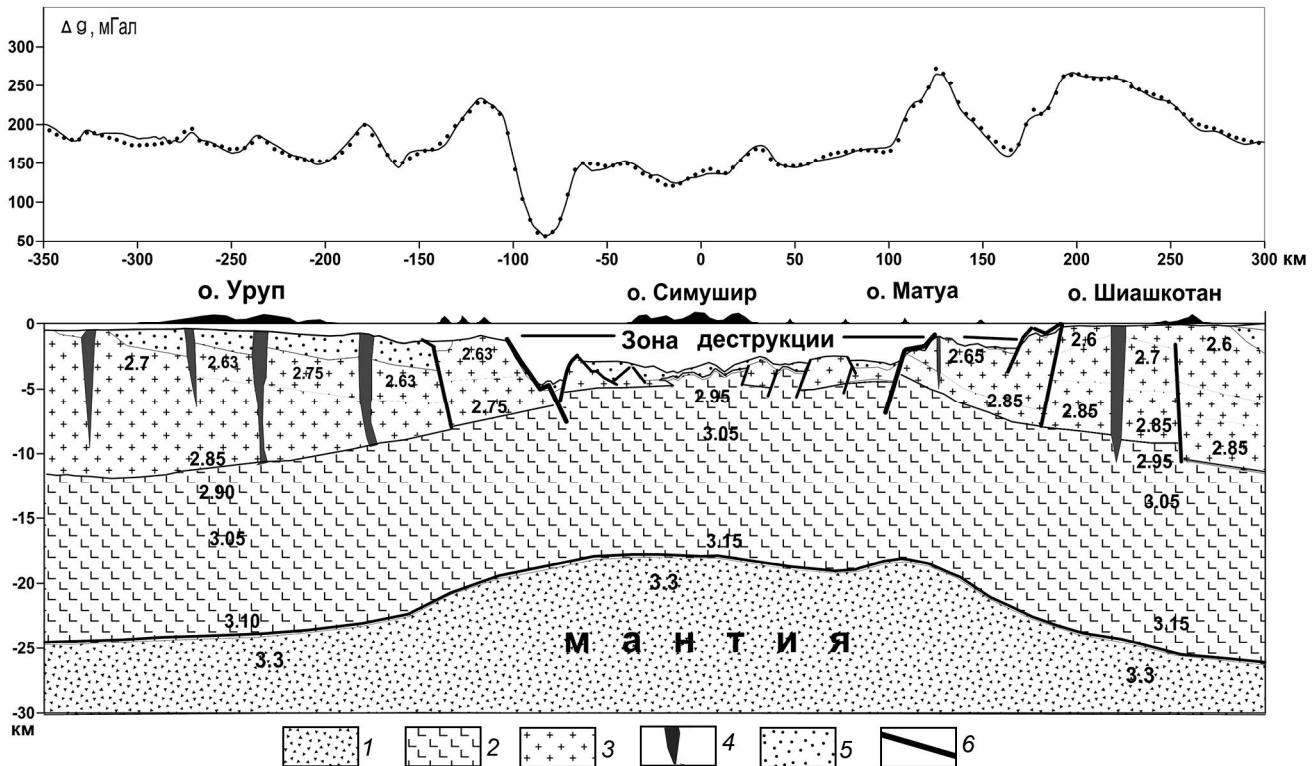
#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе изложены результаты переинтерпретации геофизических данных, полученных в экспедициях ТОИ ДВО РАН и ИО РАН в 2005–2010 гг. при изучении центрального сектора Курильской островной дуги с целью уточнения тектонического каркаса,

оценки сейсмогенного потенциала и цунамигенной опасности этого района.

В основу переинтерпретации был положен принцип системного (комплексного) анализа всех геофизических и опубликованных геологических данных в их взаимосвязи, что сузило неопределенность идентификации геологических источников геофизических аномалий, включая границы их пространственного распределения.

В итоге получена новая, более детальная информация о блоковой структуре, вещественном составе



**Рис. 7.** Структурно-плотностная модель земной коры зоны разрушения геологических сооружений океанского склона Центральных Курил.

1 – мантия, 2 – нижняя кора, 3 – верхняя кора, 4 – интрузии базитового состава, 5 – осадочные отложения, 6 – разломы, предполагаемые по сейсмическим и гравиметрическим данным. Цифрами обозначены плотности корового и мантийного вещества, рассчитанные по сейсмическим скоростям и принятые для расчета модели ( $\text{г/см}^3$ ). Над моделью: сплошная линия – график наблюдаемого аномального гравитационного поля, точками обозначены расчетные значения аномалий гравитационного поля.

фундамента и осадочного чехла геологических структур, слагающих фронтальный склон Центральных Курил. В частности выявлен ряд новых структурно-вещественных характеристик основных геологических сооружений фронтального склона центрального сектора Курильской островной дуги:

- в зоне деструкции хр. Витязя и междугового прогиба уточнены контуры участков неглубокого залегания и блоковых выступов фундамента различного состава, выделены участки межблоковых впадин, заполненных осадочными и вулканогенно-осадочными отложениями;

- в пределах фундамента неразрушенных сегментов хр. Витязя выделены участки с преимущественным распространением вулканоплутонических формаций базитового и кислого ряда и участки, сложенные, вероятно, кремнисто-терригенным комплексом;

- в пределах междугового прогиба, отделяющего хр. Витязя от Курильской островной дуги, в осадочных отложениях выделены участки, представленные осадочно-вулканогенными образованиями;

- на всей исследованной площади выделены скрытые массивы (интрузии?) и вулканические постройки базитового ряда с преимущественным размещением в пределах северного сегмента хр. Витязя и в зоне его деструкции.

На этой основе построен обновленный вариант геолого-структурной схемы изучаемого района.

Расширены сведения о глубинном строении этого района. Построенная карта изоглубин поверхности Мохо демонстрирует усложнение рельефа этой поверхности в зоне деструкции и местный подъем мантийных масс. Структурно-плотностная модель коры зоны деструкции подтверждает подъем мантийных масс с соответствующим сокращением мощности коры под зоной разрушения.

На основании изложенного сделан вывод, что формирование зоны деструкции явилось следствием и внешним проявлением геодинамических процессов в мантии. Природа и механизм этих процессов остаются пока не выясненными. Однако можно предполагать, что формирование рассматриваемой зоны растя-

жения и деструкции могло быть следствием разрыва погружающейся Тихоокеанской плиты с образованием субдукционного окна [2, 32] и апвеллинга мантии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов Б.В. Вероятность возникновения сильнейшего землетрясения в районе Центральных Курил // Докл. АН. 2013. Т. 448, № 4. С. 458–461.
2. Бергал-Кувикас О.В. Объемы четвертичных вулканитов Курильской островной дуги: анализ пространственного расположения и связь с зоной субдукции // Тихоокеан. геология. 2015. Т. 34, № 2. С. 103–116.
3. Брусилковский Ю.В., Иваненко А.Н., Жуковин А.Ю. и др. Геомагнитное изучение центральной части Курило-Камчатской островной дуги // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 6. С. 115–121.
4. Брусиловский Ю.В., Баранов Б.В., Бабаянц П.С. Анализ магнитного поля фронтальной области центральной части Курильской островной дуги // Геофизические исследования. 2014. Т. 15, № 3. С. 13–23.
5. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967.
6. Гравиразведка: Справочник геофизика / Под ред. Е.А. Мудрецово, К.Е. Веселова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1990. 607 с.
7. Зверев С.М. Глубинные разломы и сейсмичность Курило-Камчатской зоны // Геофиз. исслед. 2011. Т. 12, № 4. С. 5–30.
8. Злобин Т.К., Злобина Л.М. Строение земной коры Курильской островной системы // Тихоокеан. геология. 1991. № 6. С. 24–35.
9. Злобин Т.К. Первые результаты сопоставления катастрофических Симуширских землетрясений 15 ноября 2006 г. ( $M = 8.3$ ) и 13 января 2007 г. и глубинного строения земной коры Центральных Курил // Докл. АН. 2008. Т. 420, № 1. С. 111–115.
10. Карп Б.Я., Бордиян О.В., Цой И.Б. Сейсмостратиграфия осадочного чехла и процессы осадконакопления в центральной части Курильской островной дуги // Геология морей и океанов: Материалы XVII Междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии. 2007. Т. IV. С. 99–101.
11. Колпащикова Т.Н. Программа моделирования магнитного, гравитационного полей и некоторых их производных. Авторское свидетельство №200761354; Бюлл. Российского агентства по патентам и товарным знакам. Программы для ЭВМ, базы данных. № 3. 2007.
12. Косминская И.П. Изучение строения земной коры в СССР в период МГГ (1956–1959 гг.): Результаты исследований по программе МГГ // Сейсмологические исслед. М.: Изд-во АН СССР, 1963. № 5.
13. Кулинич Р.Г. Плотностная модель земной коры по профилю Цусимский пролив – залив Петра Великого // Геофизика дна Японского моря. Владивосток, 1980. С. 5–12.
14. Кулинич Р.Г., Заболотников А.А., Марков Ю.Д., Журавлев А.В., Здоровенин В.В., Головань А.А., Обжиров А.И., Николаева Н.А. Кайнозойская эволюция земной коры и тектогенез Юго-Восточной Азии. М.: Наука, 1989. 256 с.
15. Кулинич Р.Г., Маслов Л.А., Гильманова Г.З. и др. Плотностная модель и напряжения в земной коре северной части Японского моря // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 2. С. 108–114.
16. Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Гильманова Г.З. Плотностные модели земной коры вдоль профилей АА и ВВ (3 – 26) // Атлас геологии и полез. ископаемых шельфов России. М.: Науч. мир, 2004.
17. Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Николаев С.М. и др. Рельеф поверхности Мохо и типы земной коры в северо-западной части Японского моря по гравиметрическим данным // Дальневосточные моря России. Т. 3 Геологические и геофизические исследования. М.: Наука, 2007. С. 48–52.
18. 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 брешии» в центральной части Курильской островной гряды // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 1. С. 5–19.
19. Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Прошкина З.Н. Геофизические поля, блоковая структура и сейсмическая активность Центральных Курил // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 6. С. 35–43.
20. Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Прошкина З.Н. Сравнительный анализ сейсмических и плотностных моделей земной коры Центральных Курил // Тихоокеан. геология. 2015. Т. 34, № 6. С. 45–56.
21. Лаверов Н.П., Лаппо С.С., Лобковский Л.И. и др. Центрально-Курильская «брешь»: строение и сейсмический потенциал // Докл. АН. 2006. Т. 408, № 6. С. 1–4.
22. Леликов Е.П., Цой И.Б., Емельянова Т.А. и др. Геологическое строение подводного хребта Витязя в районе «сейсмической брешии» (Тихоокеанский склон Курильской островной дуги) // Тихоокеан. геология. 2008. Т. 27, № 2. С. 3–15.
23. 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.
24. 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.
25. Леликов Е. П., Емельянова Т. А. Геохимия гранитоидов фундамента Курильской островодужной системы // Геохимия. 2014. № 8. С. 675–688.
26. Прошкина З.Н. О глубинном строении зоны разрушения хребта Витязя (Центральные Курилы) // Вестн. ДВО РАН. 2016. № 5. С. 36–42.
27. Сакулина Т.С., Каленич А.П., Атаков А.И. и др. Геологическая модель Охотоморского региона по данным опорных профилей 1-ОМ и 2-ДВ-М // Разведка и охрана недр. 2011. № 10. С. 11–17.
28. Федотов С.А. О закономерностях распределения сильных землетрясений Камчатки, Курильских островов и северо-восточной Японии // Тр. ИФЗ АН СССР. 1965. № 36. С. 66–93.
29. Федотов С.А. О сейсмическом цикле, возможности количественного сейсмического районирования и долгосрочном сейсмическом прогнозе // Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968. С. 121–150.

30. Bourova E., Yoshizawa K., Yomogina K. Upper mantle structure of margin seas and subduction zones in north eastern Eurasia from Rayleigh wave tomography // *Physics Earth & Planet. Inter.* 2010. V. 183. P. 20–32.
31. Sandwell D.T., Smith W.H.F. Marine gravity from Geosat and ERS 1 Satellite Altimetry // *J. Geophys. Res.* 1997. V. 102, N B5. P. 10039–10054.
32. Thorkelson D.J. Subduction of diverging plates and the principles of slab window formation // *Tectonophysics.* 1996. V. 255. P. 47–63.

*Рекомендована к печати В.Г. Быковым*

**Z.N. Proshkina, R.G. Kulinich, M.G. Valitov**

**Structure, matter composition and deep structure of the oceanic slope of the Central Kuril Islands: new evidence**

The results of reinterpretation of geophysical data obtained while studying the central sector of the Kuril Islands Arc (2005–2010) are presented. Within the earlier discovered zone of the tectonic stretching and destruction of the submarine Vityaz Ridge and interarc depression new boundaries of the shallow bedding of the basement and its block uplifts of different composition are defined. Also were distinguished interblock depressions filled with sedimentary and volcano-sedimentary deposits. Within the unbroken basement of the Vityaz Ridge, the areas represented by volcanic-plutonic complexes including the basite and sialic series, up to the granites, are determined. Intrusions and volcanic edifices of the basite series are determined within the whole study area. The connection between the formation of the destruction zone and the geodynamic processes in the mantle is illustrated by the map of the Moho relief and density model of the Earth's crust.

**Key words:** Central Kuril Islands, destruction zone, Vityaz Ridge, interarc depression, structure, matter composition, deep structure.