

Комплексные исследования подводного вулкана Лисянского (Курильская островная дуга)

**Ю.И. Блох¹, В.И. Бондаренко², А.С. Долгалъ³, П.Н. Новикова³, В.В. Петрова⁴,
О.В. Пилипенко⁵, В.А. Рашидов^{6,7}, А.А. Трусов⁸**

¹Москва, 105215; e-mail: yuri_blokh@mail.ru

²Костромской ГУ, Кострома

³Горный институт УрО РАН, Пермь

⁴Геологический институт РАН, Москва

⁵Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва

⁶Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

⁷Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток

⁸АО «ГНПП Аэрогеофизика», Москва

К северо-западу от пролива Дианы, в центральной части Курильской островной дуги (КОД), расположена сложно построенная долгоживущая Симуширская вулканическая зона, протягивающаяся на 20-25 км в пределы Курильской глубоководной котловины (рис. 1).

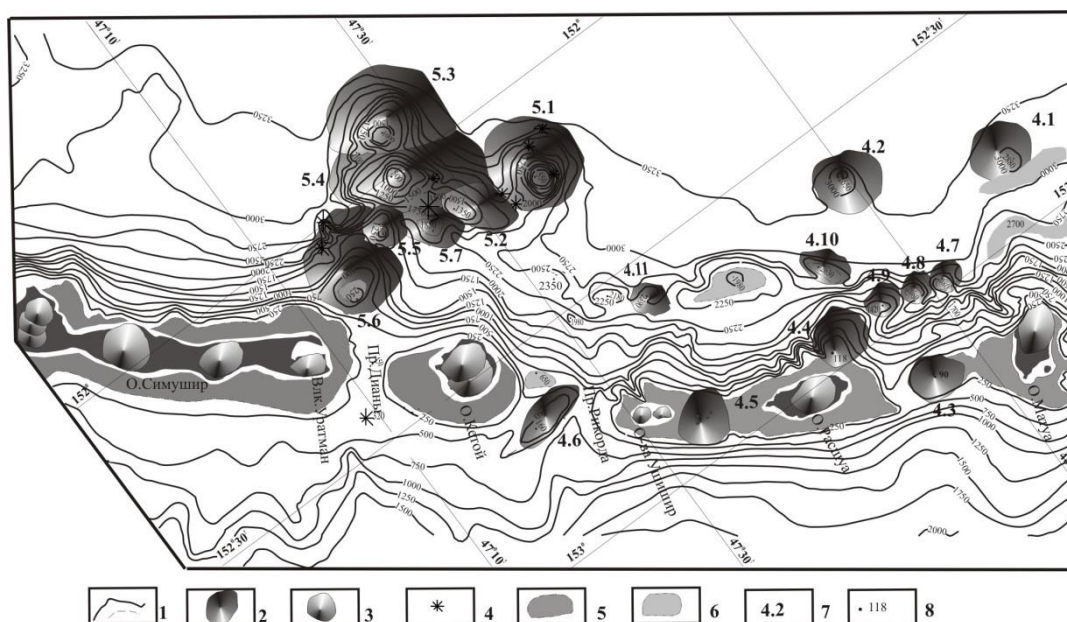


Рис. 1. Карта подводных вулканов Расшуа-Симуширского звена КОД: 1 – изобаты; 2 – подводные вулканы; 3 – наземные вулканы; 4 – предполагаемые небольшие побочные вулканические постройки; 5 – шельф и плоские вершины подводных вулканов на глубинах, соответствующих предголоценовому положению уровня моря (120-160 м); 6 – уплощенные участки рельефа дна на глубинах, превышающих величину голоценового повышения уровня моря; 7 – номера подводных вулканов; 8 – отличительные отметки глубин.

Большая крутизна склонов и значительная высота вулканов, развитых в этой зоне, а также высокая сейсмичность региона способствуют развитию здесь обвально-оползневых процессов. В частности, в этих районах обнаружено несколько крупных тел осадочных отложений, занимающих «висячее» положение на крутых склонах вулканических построек. Обрушение подобных тел может приводить к возникновению цунами.

В пределах Симуширской вулканической зоны расположен подводный вулкан Лисянского (5.6), который в разные годы исследовался в рейсах научно-

исследовательских судов сахалинских и камчатских ученых [3-8]. Этот вулкан назван в честь известного отечественного мореплавателя Ю.Ф. Лисянского [1].

В результате работ, выполненных с борта научно-исследовательского судна «Вулканолог», было установлено, что крутизна склонов вулкана изменяется от 15° до 30° , минимальная глубина достигает 151 м, а диаметр основания – 10-12 км. Объем вулканической постройки $\sim 30 \text{ км}^3$ [8]. При драгировании вулкана были подняты андезиты, андезибазальты, базальты, относящиеся к известково-щелочным породам умеренно-калиевой серии и железомарганцевые образования [3-8].

Подводный вулкан Лисянского был изучен авторским коллективом с помощью эффективной технологии количественной интерпретации материалов гидромагнитной съемки в комплексе с эхолотным промером, непрерывным сейсмоакустическим профилированием и анализом петромагнитных свойств и химического состава драгированных горных пород.

Установлено, что плоская вершина вулкана наклонена к северо-западу, а угол наклона составляет $3-5^\circ$. Северо-западный край вершины погружается до глубины 350-400 м.

Выполненные петромагнитные исследования показали, что остаточная намагниченность драгированных пород изменяется в диапазоне от 1.73 до 18.93 А/м, а ее высокие значения обусловлены содержанием большой концентрации однодоменных кристаллов титаномагнетита. Фактор Кенигсбергера изменяется в диапазоне от 1.49 до 13.61.

Судя по данным непрерывного сейсмоакустического профилирования, вся постройка вулкана сложена эффузивными породами (рис. 2). Рыхлые осадочные или вулканогенно-осадочные отложения практически отсутствуют. Лишь плоская вершинная поверхность перекрыта маломощным слоем осадочных отложений.

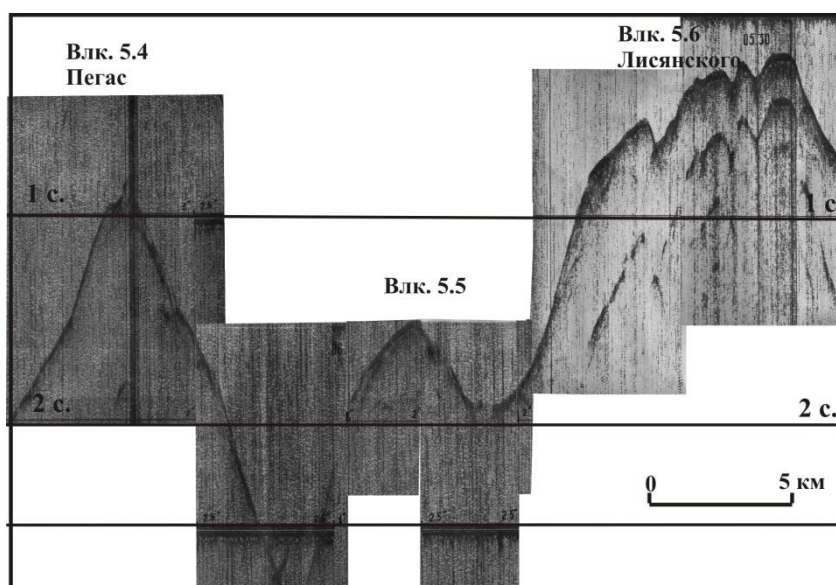


Рис. 2. Фрагмент профиля НСП через подводные вулканы Пегас (5.4), 5.5 и Лисянского.

К подводному вулкану Лисянского приурочена положительная магнитная аномалия ΔT_a , интенсивность которой превышает 1000 нТл (рис. 3б).

Анализ особых точек функций с помощью интегрированной системы СИНГУЛЯР (рис. 4) показал приуроченность основных особенностей функций, описывающих аномальные поля, к верхней кромке вулканических пород, а также позволил предположить наличие подводящих каналов субвертикального, северо-восточного и северо-западного направлений и периферических магматических очагов на глубинах 1 км и 2.5-3 км.

С помощью программы ИГЛА установлено, что вектор эффективной намагниченности горных пород $J_{эф}$ имеет склонение 72.2° и наклонение 43.1° и развернут относительно современного нормального магнитного поля Земли на 49° (рис. 5), что свидетельствуют о том, что подводный вулкан Лисянского, как и другие вулканы КОД [2], образовался во время геомагнитных инверсий.

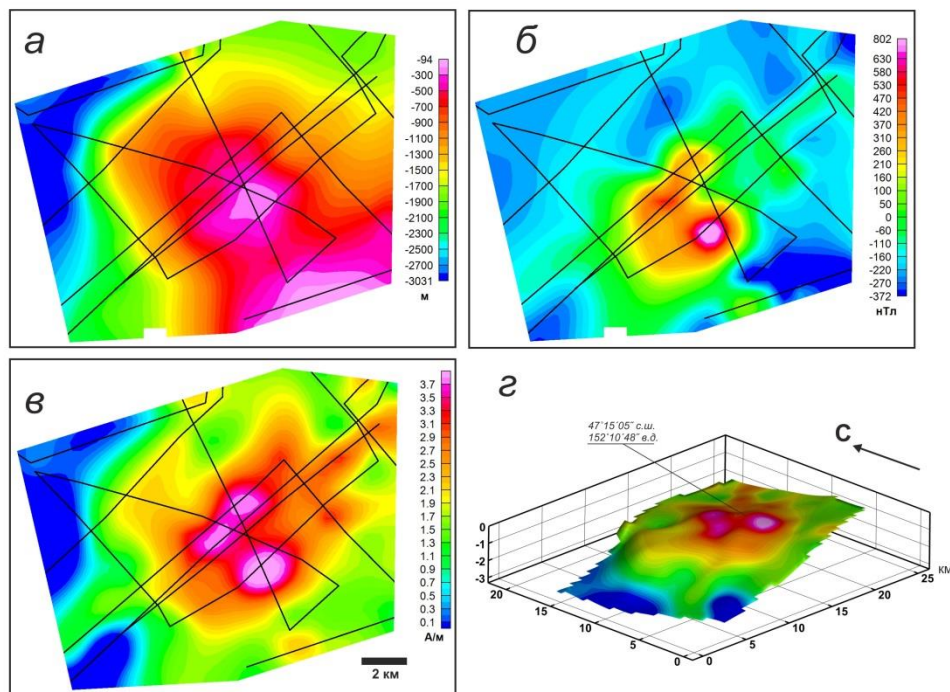


Рис. 3. Подводный вулкан Лисянского: *а* – батиметрия; *б* – аномальное магнитное поле ΔT_a ; *в* – пространственное распределение эффективной намагниченности $J_{эф}$; *г* – распределение эффективной намагниченности $J_{эф}$, изображенное на поверхности вулкана.

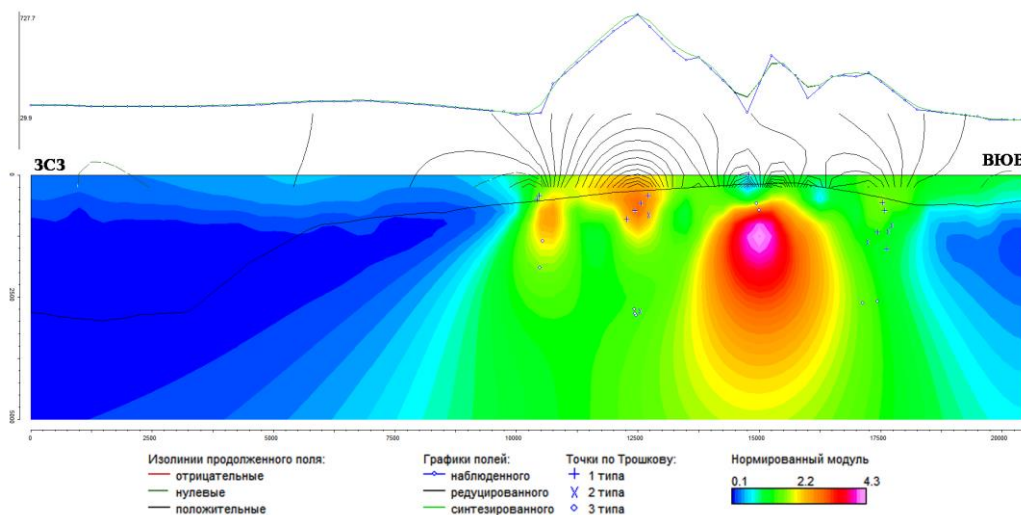


Рис. 4. Изображение, синтезированное системой СИНГУЛЯР для локализации особых точек функции, описывающее аномальное магнитное поле ΔT_a подводного вулкана Лисянского, наложенное на рельеф дна.

Максимальная эффективная намагниченность подводного вулкана Лисянского, определенная при трехмерном моделировании вулканической постройки с помощью пакета структурной интерпретации гравитационных и магнитных аномалий СИГМА-3D, составила 3.8 A/m (рис. 3в, 3г), что хорошо согласуется с данными петромагнитных

исследований. При этом среднеквадратическая погрешность подбора аномального магнитного поля после 93 итераций оказалась равной 29 нТл.

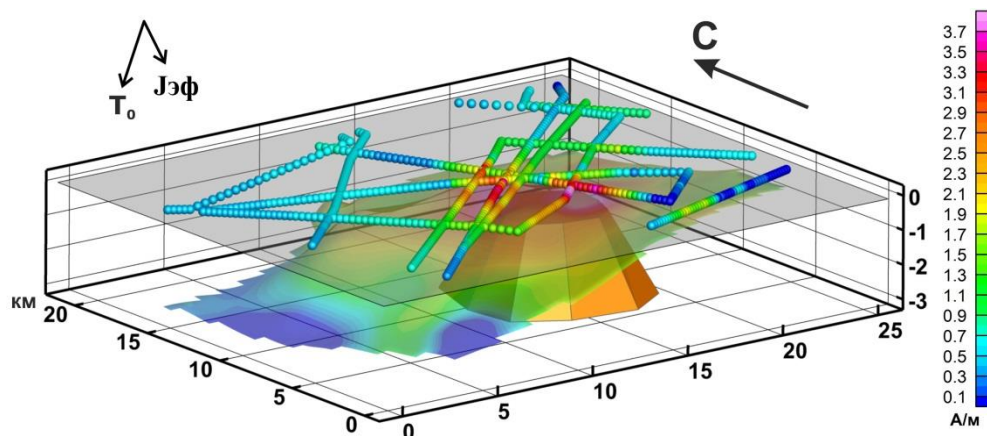


Рис. 5. Определение направления вектора эффективной намагниченности $J_{эф}$ подводного вулкана Лисянского с помощью программы ИГЛА.

В результате проведенных комплексных геолого-геофизических исследований получены новые сведения о строении подводного вулкана Лисянского, петромагнитных свойствах горных пород, слагающих вулканическую постройку, их химическом и минеральном составе. В пределах вулканической постройки выделены периферические магматические очаги и установлено направление подводящих каналов.

Подводный вулкан Лисянского, как и другие изученные нами вулканы КОД, образовался во время геомагнитных инверсий.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты 18-05-00410 и 19-05-00654).

Список литературы

1. Безруков П.Л., Зенкевич Н.Л., Канаев В.Ф., Удинцев Г.Б. Подводные горы и вулканы Курильской островной гряды // Тр. Лаборатории вулканологии. 1958. Вып. 13. С. 71-88.
2. Блох Ю.И., Рашидов В.А., Трусов А.А. Оценка остаточной намагниченности подводных вулканов Курильской островной дуги с применением программы ИГЛА // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 2. Вып. № 26. С. 5-10.
3. Ерохов В.Ф., Кичина Е.Н., Остапенко В.Ф. Петрохимические особенности лав подводных вулканов Курильских островов // Труды СахКНИИ ДВНЦ АН СССР. 1975. Вып. 35. С. 21-26.
4. Кичина Е.Н., Неверов Ю.Л., Остапенко В.Ф. Новые данные о подводных вулканах акватории острова Симушир (Курильские острова) // Геология дна северо-запада Тихого океана. Владивосток: САХКНИИ ДВО АН СССР, 1980. С. 61-66.
5. Остапенко В.Ф. Некоторые аспекты новейшей истории прикурильской части Охотского моря в свете изучения подводных вулканов этого региона // Вулканизм Курило-Камчатского региона и о. Сахалин. Южно-Сахалинск: Из-во ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 34-42.
6. Остапенко В.Ф., Кичина Е.Н. Вещественный состав лав подводных вулканов Курильской дуги // Геология дна Дальневосточных морей. Владивосток: Из-во ДВНЦ АН СССР. САКНИИ, 1977. С. 24-45.
7. Остапенко В.Ф., Кичина Е.Н. Латеральные вариации петрографического состава лав наземных и подводных вулканов Большой Курильской дуги // Рельеф и вулканизм Курильской островодужной системы. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 74-90.
8. Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги. Отв. ред. Пушаровский Ю.М. М.: Наука, 1992. 528 с.