

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ВУЛКАНОВ КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММ ПАКЕТА СТРУКТУРНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ И МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ СИГМА-3D

Ю.И. Блох¹, В.И. Бондаренко², В.А. Рашидов³, А.А. Трусов⁴

¹Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, e-mail: yuri_blokh@mail.ru;

²Костромской Государственный Университет им. Н.А. Некрасова, Кострома, e-mail: vibond@list.ru;

³Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, e-mail: rashidva@kscnet.ru;

⁴ЗАО «ГНПП «Аэрогеофизика», Москва, e-mail: trusov@aerogeo.ru

В последние годы наблюдается значительный прогресс в области интерпретации результатов геофизических исследований, связанный, прежде всего с введением новых компьютерных технологий. На смену 2D и 2.5D моделям приходит 3D моделирование различных геологических структур. В связи с этим важной задачей становится обработка материалов имеющихся кондиционных геофизических съемок с применением современных технологий, решение которой в современных условиях возможно только путем интеграции академической, вузовской и отраслевой науки.

Одним регионов, планомерно и детально изучающимся отечественными учеными, является Курильская островная дуга (КОД) на Охотоморском склоне которой располагается большое количество подводных вулканов.

Планомерное изучение подводного вулканизма КОД было выполнено в 11-ти комплексных вулканологических экспедициях в рейсах НИС «Вулканолог» в 1981-1991 гг. Институтом вулканологии ДВО РАН и Институтом вулканической геологии и геохимии ДВО РАН. В экспедициях получен большой фактический материал и изучены 109 из 116, известных в настоящий момент, подводных вулканов и гор КОД [Бондаренко, Рашидов, 2008; Подводный..., 1992].

Комплекс исследований включал эхолотный промер, непрерывное одноканальное сейсмоакустическое профилирование в модификации метода центрального луча с применением электроискрового источника, модульную гидромагнитную съемку и драгирование. Геофизические исследования выполнялись при скорости судна от 1-2 до 5-6 узлов. Навигационная привязка геофизических профилей осуществлялась с помощью судовых радиолокаторов по береговым ориентирам. При проведении исследований использовалась единая служба судового времени. Она позволяла синхронизировать работу измерительной аппаратуры различных методов исследований и приводить результаты измерений к единым координатам времени и пространства. Таким образом, в каждой точке наблюдения были известны, в частности, географические координаты, глубина, положение отражающих границ и абсолютная величина полного вектора магнитного поля.

Для большей части Курильской островной дуги и прилегающих участков Охотского моря геофизическая съемка была выполнена по системе пересекающихся галсов со средним межпрофильным расстоянием 5 км и со сгущением на отдельных участках до 0.5-1 км. Общая длина отработанных профилей составила около 60000 погонных км.

В последние шесть лет авторским коллективом активно развивается 3D-моделирование подводных вулканов КОД с применением современного пакета программ структурной интерпретации гравитационных и магнитных аномалий СИГМА-3D в комплексе с данными эхолотного промера, непрерывного сейсмоакустического профилирования и геологического опробования [Бабаянц и др., 2005, 2006; Блох и др., 2006, 2007, 2008а, 2008б, 2008в, 2008г].

Моделирование подводных вулканов является одним из наиболее перспективных направлений применения пакета СИГМА-3D, с помощью которого только в Российской Федерации проведена интерпретация потенциальных полей более чем на трети ее территории. [Бабаянц и др., 2003а, 2003б, 2004, 2006а, 2006б]. Пакет программ СИГМА-3D применялся при решении разнообразных геологических задач в регионах, находящихся в экваториальной зоне, в северном и южном полушариях Земли и показал устойчивую работоспособность в условиях любых наклонов главного геомагнитного поля [Бабаянц и др., 2005].

С помощью программ пакета СИГМА-3D в пределах КОД изучены островершинные подводные вулканы 1.4 и Юбилейный, плосковершинные подводные вулканы Григорьева, Берга и Крылатка, а также выполнена обработка данных площадной гидромагнитной съемки на полигоне от вулканического массива Алаид до банки Лебеда (рисунок). При этом среднеквадратическая погрешность подбора в процессе 3D моделирования изменялась в пределах 10-58 нТл.

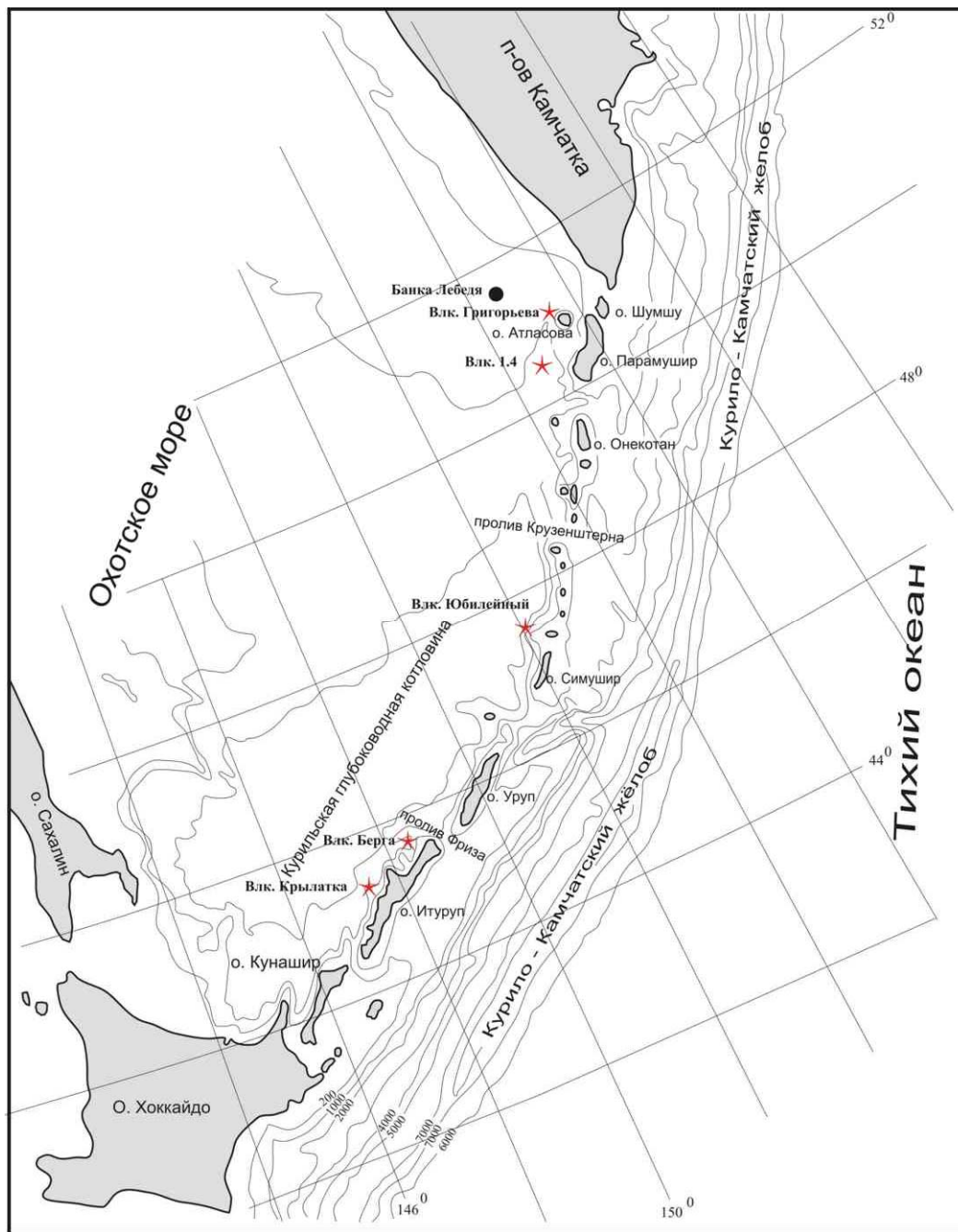


Рисунок. Исследованные подводные вулканы Курильской островной дуги.

Выполненная комплексная интерпретация позволила выявить в пределах подводных вулканических построек вершинные кальдеры, побочные лавовые конусы и экструзивные купола, определить местоположение активных вулканических центров и выделить отдельные лавовые потоки. В непосредственной близости от вулканов были отмечены линейные зоны, сложенные породами с повышенной намагнитченностью [Бабаянц и др., 2005, 2006; Блох и др., 2006, 2007, 2008а, 2008б, 2008в, 2008г].

Так, например, в привершинной части подводного вулкана Крылатка выделен немагнитный блок, являющийся, вероятно всего вершинной кальдерой, а также отдельные

лавовые потоки. В привершинной части западного склона подводного вулкана Берга откартированы базальтовые потоки, изливавшиеся в подводных условиях.

На склонах подводного вулкана Юбилейный выявлено семь побочных конусов. На северо-западном склоне подводного вулкана 1.4 на глубинах 1100-1200 м выделен активный вулканический центр.

На юго-западном склоне подводного вулкана Григорьева диагностирована цепочка экструзивных куполов, развитых на трещине северо-восточного простирания.

Исследования, проведенные на полигоне от вулканического массива Алаид до банки Лебеда, показали, что в непосредственной близости от подводного вулкана Григорьева расположена линейная зона, сложенная породами с повышенной намагниченностью, возникающая, может быть, почти одновременно с образованием вулканической постройки. На одновременность, в частности, может указывать то, что лавовый поток на склоне подводного вулкана Григорьева, обращенном к этой зоне, характеризуется практически теми же величинами намагниченности, которые присущи породам, слагающим линейную зону.

Отмечено хорошее совпадение результатов вычисления эффективной намагниченности с данными лабораторного изучения физических свойств драгированных образцов, что позволило идентифицировать выделенные лавовые потоки по составу слагающих их пород.

Сопоставление результатов 2.5D и 3D моделирования подводных вулканов показало достаточно хорошее их совпадение, но трехмерные модели оказываются более дифференцированными и отражающими тонкие детали внутреннего строения вулканических построек, что, несомненно, важно при изучении подводных вулканов.

Результаты проведенных исследований широко представлены в глобальной информационной сети Интернет на веб-сервере Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН по адресу http://www.kscnet.ru/ivs/grant/grant_05/kurily/kuril.html

Можно сказать, что авторский коллектив на конкретном примере показал плодотворность интеграции академической, вузовской и отраслевой науки организаций Москвы, Костромы и Петропавловска-Камчатского.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН (проект 09-III-A-08-427).

Список литературы

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Бондаренко В.И. и др. Применение пакета программ структурной интерпретации СИГМА-3D при изучении подводных вулканов Курильской островной дуги // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2005. № 2. Вып. 6. С. 67-76.

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Бондаренко В.И. и др. 3D моделирование подводных вулканов Курильской островной дуги // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 33-ей сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. Екатеринбург, 30 января-3 февраля 2006 г. Екатеринбург: Институт геофизики УрО РАН, 2006. С. 16-21.

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Буш В.А. и др. Интерпретация аэрогеофизических данных при геологическом картировании кристаллического фундамента и изучении глубинного строения территорий // Разведка и охрана недр. 2006а. № 5. С. 8-13.

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Буш В.А., Трусов А.А. Интерпретация аэрогеофизических данных при поисках месторождений нефти и газа // Разведка и охрана недр, 2006б. № 5. С. 13-18.

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Изучение рельефа поверхности кристаллического фундамента по данным магниторазведки // Геофизика, 2003а. № 4. С. 37-40.

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Изучение строения кристаллического основания платформенных областей по данным магниторазведки и гравиразведки // Геофизика, 2003б. № 6. С. 55-58.

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Возможности структурно-вещественного картирования по данным магниторазведки и гравиразведки в пакете программ СИГМА-3D // Геофизический вестник, 2004. № 3. С. 11-15.

Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Геоморфология подводных гор Курильской островной дуги // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее. Материалы XXX

Пленума Геоморфологической комиссии РАН. Санкт-Петербург, СПбГУ, 15-20 сентября 2008 г. СПб, 2008. С. 279-280.

Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А. Подводный вулкан Григорьева (Курильская островная дуга) // Вулканология и сейсмология, 2006. № 5. С. 17-26.

Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А. Подводные вулканы Парамуширской вулканической группы (Курильская островная дуга) // Глубинное строение, геодинамика, мониторинг, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Четвертые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2007. С. 134-136.

Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А. Геофизическое изучение подводных вулканов Курильской островной дуги // Геофизические исследования Урала и сопредельных регионов. Материалы Международной конференции, посвященной 50-летию Института геофизики УрО РАН, 4-8 февраля 2008 г. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2008а. С. 19-22.

Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А. Применение современных геофизических технологий для изучения подводных вулканов Курильской островной дуги // Тезисы докладов конференции «Современные геофизические и геоинформационные системы», посвященной 90-летию МГА-МГРИ-РГГРУ. 26-27 июня 2008 года. Москва, 2008б. С. 15-16.

Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А. и др. Геофизический мониторинг подводных вулканов Парамуширской вулканической группы (Курильская островная дуга) // Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России. Труды региональной научно-технической конференции. 11-17 ноября 2007 г., Петропавловск-Камчатский. Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2008в. Т. 1. С. 45-49.

Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А. Подводный вулкан Берга (Курильская островная дуга) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008г. № 2. Вып. 12. С. 70-75.

Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги / Отв. ред. Пушаровский Ю.М. М.: Наука, 1992. 528 с.