

Экспедиции, полевые семинары, практики

УДК 551.21/23

DOI: 10.31431/1816-5524-2022-4-56-123-129

ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ МИОЦЕНОВЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД ЮЖНОЙ КАМЧАТКИ

© 2022 О.В. Бергаль-Кувикас¹, А.В. Латышев^{1,2,3}, М.Б. Аносова^{1,3}, Е.А. Латанова^{1,2}¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия, 683006; e-mail: kuvikas@mail.ru²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, 119991³Институт физики земли им. О.Ю. Шмидта, Москва, Россия, 123242

Поступила в редакцию 11.10.2022 г.; после доработки 02.11.2022 г.; принята к публикации 26.12.2022 г.

В связи с малой изученностью миоценовых магматических пород Южной Камчатки в сентябре-октябре 2022 г. была организована экспедиция в рамках молодежного проекта Российского научного фонда. Большая часть экспедиции проводилась с использованием морского транспорта, изучались обнажения, вскрытые в обрывах Берегового хребта со стороны Тихоокеанского побережья. К некоторым обнажениям со стороны г. Петропавловска-Камчатского, г. Вилучинска, в долине р. Паратунка, в основании Мутновского перевала, на п-ве Завойко удалось добраться с помощью автотранспорта. В представленной работе описаны точки отбора образцов, показаны фотографии обнажений. Отобрана коллекция образцов, которая позволит провести палеомагнитные и изотопно-геохимические исследования, что, в конечном счете, будет использовано для создания модели формирования магматических комплексов Южной Камчатки.

Ключевые слова: магматические породы, палеомагнетизм, экспедиция, Береговой хребет, миоцен.

В сентябре-октябре 2022 г. были изучены вулканические покровные и интрузивные субвулканические образования, входящие в состав миоценовой андезитовой формации, развитые в прибрежной полосе Берегового хребта от Авачинской губы до бухты Вестник (рис. 1). На севере залегание формации имеет тектонические ограничения, совпадающие с границами Малкинско-Петропавловской зоны поперечных дислокаций, а на западе залегание ограничено Паратунским грабеном (Геологическая..., 2000). Миоценовая андезитовая формация Южной Камчатки объединяет вулканические и интрузивные образования различного состава: от гранитов до габбро и от базальтов до риолитов (Шеймович, Патока, 1989). Ширина зоны распространения формации около 20 км, длина — более 250 км.

В середине и во второй половине прошлого столетия доминировала теория геосинклиналей

в дискуссиях о формировании Южной Камчатки (Апрелков, 1971). С этой точки зрения объясняли и эволюционный ряд магм, и наличие ассимилированных пород в конце цикла с формированием гранитных массивов, туфов и игнимбриков (Демидов, 1973). Структурный ярус миоценовой андезитовой формации пространственно приурочен к Тихоокеанскому побережью Камчатки и морфологически выражен системой блоковых поднятий, объединенных в зону Берегового хребта (рис. 1а). Зона Берегового хребта, по мнению Огородова с соавторами (1980), сочетает в себе признаки моноклинали и сложнопостроенного горста: моноклинали структура осложнена вертикальными блоковыми движениями, проявившимися в конце плиоцена и в четвертичное время. Многочисленные тектонические нарушения, наличие мощных интрузивных комплексов, субвулканических тел, большое количество даек, и, наконец,

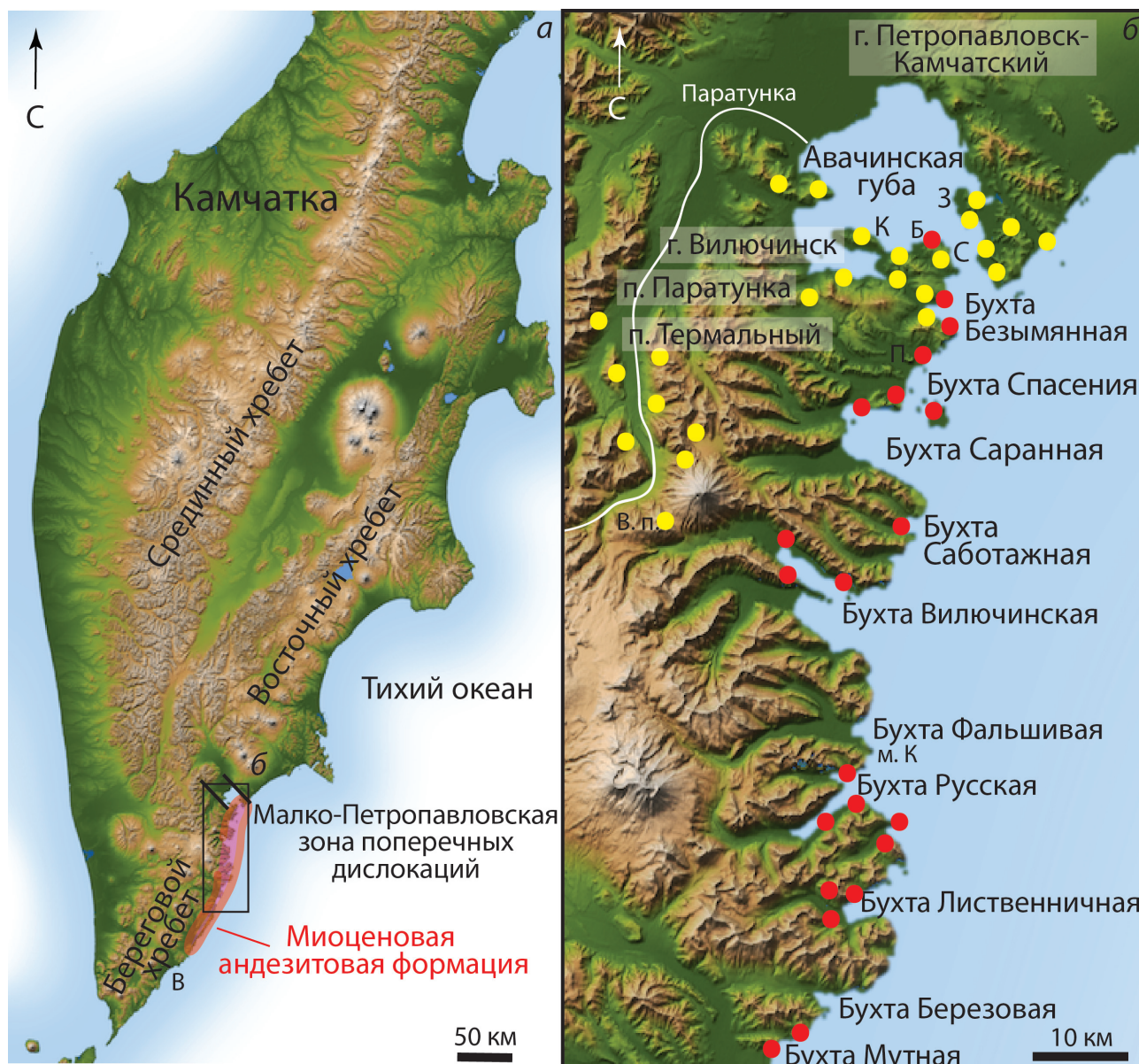


Рис. 1. Схема Камчатки (а). На врезке (б) — положение изучаемого района. Желтым цветом показаны точки опробования доставка к которым осуществлялась автотранспортом, красным — морским транспортом. Б — бухта Богатыревка, В — бухта Вестник, В. п. — Вилучинский перевал, З — полуостров Завойко, С — бухта Станицкого, м. К — мыс Кекурный, К — полуостров Крашенинникова, П — озеро Пресное.

Fig. 1. Scheme of Kamchatka (a). Inset (b) shows the study area. Yellow color points show sampling by road. Red color shows sea transport survey. Б — Bogaturivka bay, В — Vestnik bay, В. п. — Vilyuchinsky pass, З — Zavoiko peninsula, С — Stanitskogo bay, м. К — Kekurnyi cape, К — Krasheninnikova peninsula, П — Presnoe lake.

землетрясения, фиксируемые вдоль зоны, свидетельствуют о большой тектонической активности этого района (рис. 2, 3). По данным (Огородов и др., 1980) зона Берегового хребта образует единую структурную единицу первого порядка на территории Южно-Камчатского мегаблока. На основании геологического картирования было выделено несколько магматических комплексов (Завойковский, Ахомтенский, Асачинский), лежащих в основании Берегового хребта со стороны Тихоокеанского побережья Камчатки (Геологическая..., 2000). Изучение

о. Уташуд в бухте Вестник показало целесообразность изучения вулканизма Южной Камчатки в контексте дискуссии об образовании Мало-Петропавловской зоны поперечных дислокаций (Пономарев и др., 2003).

Проект, в рамках которого была организована экспедиция, направлен на решение одной из фундаментальных проблем геологии, заключающейся в построении моделей развития современных областей активного вулканизма, приуроченных к островным дугам. В рамках этой проблемы выделяется направление, связанное



Рис. 2. Обнажения даек в бухте Вилучинской (а), экструзивные купола в береговой линии бухты Спасения, вид со стороны озера Пресного (б) и гранитный массив вблизи м. Кекурный (в).

Fig. 2. Dikes in Vilyuchinskaya bay (a), extrusive domes in coastline of Spaseniya bay, view from Presnoe lake (b), granite massif near Kekurnyi cape (c).

образования миоценовой андезитовой формации (до аккреции Кронцовкой палеодуги), ни его нахождение в пределах Малко-Петропавловской зоны дислокаций (Bergal-Kuvikas et al., 2022). Таким образом, исследование миоценовой андезитовой формации внесет, по нашему мнению, значительный вклад в изучение тектонической эволюции Камчатки, что имеет большое значение для исследования эволюции магматических систем в островодужных обстановках в целом.

В рамках проведенных полевых исследований часть точек опробования, с северной оконечности андезитовой миоценовой формации, в том числе в долине р. Паратунка, перевалу Мутновскому, на п-вах Завойко, Крашенинникова, в бухтах Богатыревка, Станицкого, Спасения, Безымянная (рис. 1а) была опробована с использованием автотранспорта, так как к указанным объектам есть дороги, и они близко расположены к населенным пунктам (рис. 1б). Экспедиция по изучению центральной и южных частей миоценовой андезитовой формации проводилась на маломерном судне (рис. 4 на 1 стр. обложки). Подход к точкам высадок контролировался эхолотом. Высадки на берег проводилась на двухместной резиновой лодке (рис. 5). Отбор образцов на палеомагнитные исследования проводился с постоянным контролем структурной позиции и наложенных деформаций опробованных объектов, включая замеры элементов залегания вмещающих пород, определение характера контактов геологических тел (интрузивные, тектонические, стратиграфические, фациальные) и ориентировки текстур в магматических породах. Ориентированные образцы отбирались вручную или с помощью портативной буровой установки, сделанной в Институте физики Земли РАН (рис. 6). Ориентировка образцов в пространстве осуществлялась специальным устройством на базе горного компаса и инклинометра, с контрольными замерами солнечным компасом, для нейтрализации воздействия сильномагнитных пород. В каждой точке опробования отбиралось от 7 до 20 ориентированных образцов. Отбор материала на изотопно-геохимические изучение проводился на каждой точке опробования, отбиралось от 3 до 5 образцов, предпочтение отдавалось магматическим горным породам с меньшими степенями вторичного замещения. В результате проведенных работ были изучены

с эволюцией условий магмогенерации, в частности, с изменениями субдуцирующей плиты, мантии и коры. Помимо этого, на данный момент палеомагнитных данных по кайнозою Южной Камчатки явно недостаточно для детальной реконструкции коллизионных событий на активной континентальной окраине и определения места вулканитов миоценовой андезитовой формации в эволюции Курило-Камчатской островной дуги. Современные представления (Авдейко, Бергаль-Кувикас, 2015; Lander, Shapiro, 2007) не могут объяснить ни временной интервал

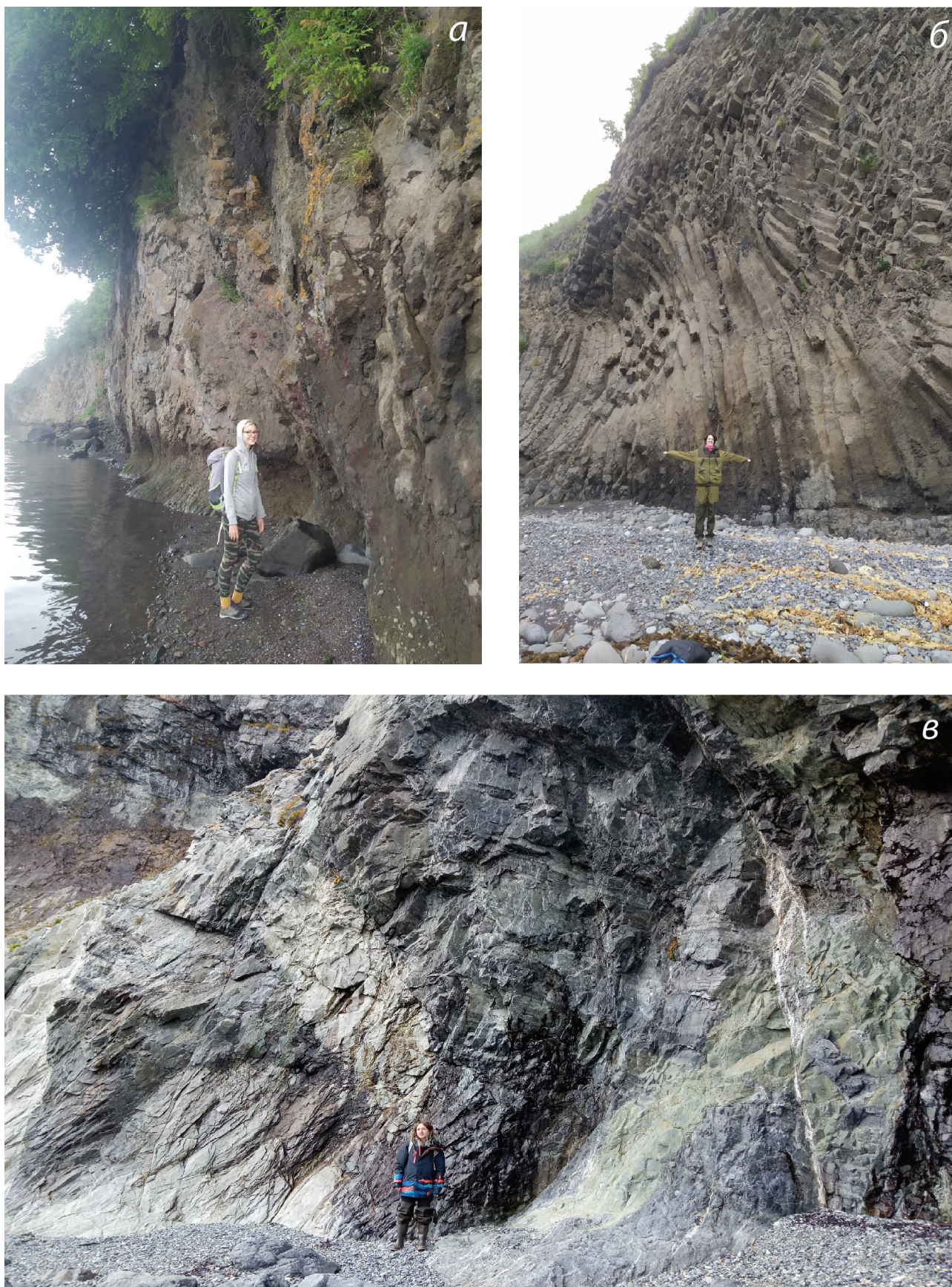


Рис. 3. Лавобрекчии в Авачинской губе (а), столбчатые отдельности в бухте Станицкого (б), дайки в бухте Русской (в).

Fig. 3. Lava breccias in Avacha bay (a), columnar jointed intrusive in Stanitskogo bay (b), dikes in Russkaya bay (c).



Рис. 5. Высадка к точке опробования в бухте Саранной.

Fig. 5. Landing to the sampling point in Sarannaya bay.

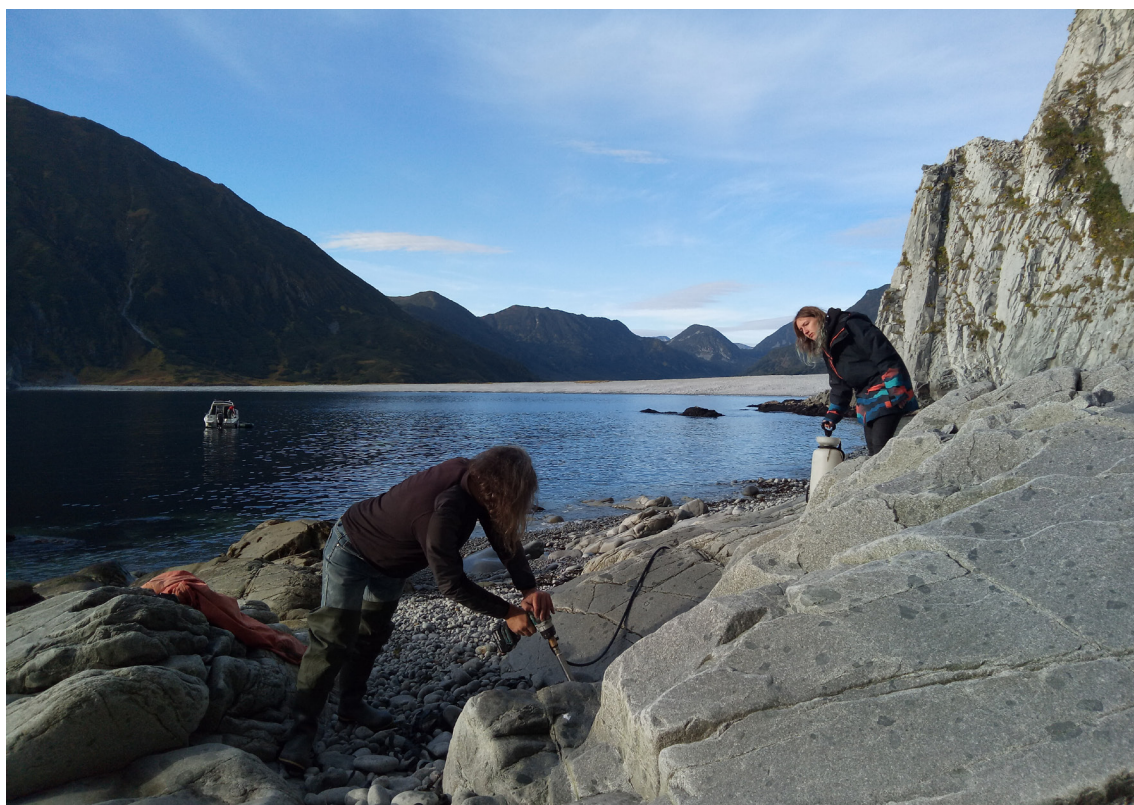


Рис. 6. Отбор образцов для палеомагнитных исследований вблизи м. Кекурный.

Fig. 6. Sampling for paleomagnetic studies near Kekurnyi cape.

основные массивы, начиная от бухты Завойко на севере до бухты Мутной на юге, охватывающие расстояние более 100 км вдоль берега. Собрано 750 образцов для палеомагнитных исследований и 183 образца на изотопно-геохимическое изучение. Полученные результаты будут использованы для (1) оценки продолжительности формирования андезитовой миоценовой формации по данным палеомагнитных и изотопно-геохронологических исследований; (2) определения палеошироты образования вулканитов и (3) подготовки основы для палеотектонической реконструкции формирования формации по палеомагнитным данным и абсолютным датировкам пород, (4) для определения наиболее примитивных магм, (5) идентификации источников и параметров магмогенераций, (6) изучения эволюционной последовательности изменения составов магм согласно установленной временной последовательности формирования магматических пород.

Участники экспедиции благодарят Д.В. Ластовецкого за профессионализм при организации высадок к точкам опробования на Тихоокеанское побережье и сотрудников лаборатории тектоники и палеосейсмологии Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН Ф.И. Батанова и А.Л. Хомчановского за совместные полевые работы при изучении береговых обрывов в бухтах Спасения и Безымянная.

Экспедиция по изучению андезитовой миоценовой формации проводилась за счет гранта Российского научного фонда № 22-77-10019, <https://rscf.ru/project/22-77-10019/>.

Список литературы [References]

- Авдейко Г.П., Бергаль-Кувикас О.В.* Геодинамические условия образования адакитов и Nb-обогащенных базальтов (NEAB) на Камчатке // *Вулканология и сейсмология*. 2015. № 5. С. 9–22 [*Avdeiko G.P., Bergal-Kuvikas O.V.* The geodynamic conditions for the generation of adakites and Nb-rich basalts (NEAB) in Kamchatka // *Journal of Volcanology and Seismology*. 2015. V. 9. № 5. P. 295–306. <https://doi.org/10.1134/S0742046315050024>].
- Апрелков С.Е.* Тектоника и история вулканизма Южной Камчатки // *Геотектоника*. 1971. Т. 6. № 2. С. 47–61 [*Aprelkov S.E.* Tectonic and history of volcanism on Southern Kamchatka. 1971. V. 6. № 2. P. 47–61 (in Russian)].
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Южно-Камчатская. Листы N-57-XXI (Северные Коряки), N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский), N-57-XXXIII (сopка Мутновская) // Объяснительная записка. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2000. 302 с. [State geological map of Russian Federation. Scale 1:200 000. Southern Kamchatka region. Lists N-57-XXI (Northern Koryaki), N-57-XXVII (Petropavlovsk-Kamchatsky), N-57-XXXIII (Mutnovskaya sopka) // Notice. Sankt-Petersburg: VSEGEI, 2000. 302 p. (in Russian)].
- Демидов Н.Г.* Геосинклинальный вулканизм Камчатки // *Материалы первого всесоюзного палеовулканологического совещания*. 1973. С. 134–136 [*Demidov N.G.* Geosynclinal volcanism of Kamchatka // *Materials of first all-union paleovolcanological meeting*. 1973. P. 134–136 (in Russian)].
- Огородов Н.В.* Современная структура и положение четвертичных вулканов // *Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки*. М.: Наука, 1980. С. 19–27 [*Ogorodov N.V.* Modern structure and position of Quaternary volcanoes // *Long-living center of endogenous activity of Southern Kamchatka*. Moscow: Nauka, 1980. P. 19–27 (in Russian)].
- Пономарев Г.П., Рашидов В.А., Апрельков С.Е. и др.* Возможные причины и признаки современной газогидротермальной деятельности на Тихоокеанском шельфе Южной Камчатки и ее геоструктурная приуроченность // *Вестник КРАУНЦ: Науки о Земле*. 2003. Т. 1. С. 89–102 [*Pomomarev G.P., Rashidov V.A., Aprelkov S.E. et al.* Possible Evidence of Present-Day Gas-Hydrothermal Activity on the Pacific Shelf of the South Kamchatka // *Vestnik KRAYNTS: Earth Sciences*. 2003. V. 1. P. 89–102 (in Russian)].
- Шеймович В.С., Патока М.Г.* Геологическое строение зон активного кайнозойского вулканизма. Москва: Недра, 1989. 207 с. [*Sheimovich V.S., Patoka M.G.* Geological structure of active zone of Cenozoic volcanism. Moscow: Nedra, 1989. 207 p. (in Russian)].
- Bergal-Kuvikas O.V., Bindeman I.N., Chugaev A.V. et al.* Pleistocene-Holocene Monogenetic Volcanism at the Malko-Petropavlovsk Zone of Transverse Dislocations on Kamchatka: Geochemical Features and Genesis // *Pure and Applied Geophysics*. 2022. P. 1–23. <https://doi.org/10.1007/s00024-022-02956-7>
- Lander A.V., Shapiro M.N.* The origin of the modern Kamchatka subduction zone // *Washington DC American Geophysical Union Geophysical Monograph Series*. 2007. V. 172. P. 57–64. <https://doi.org/10.1029/172GM05>

ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ МИОЦЕНОВЫХ
**EXPEDITION FOR THE STUDY MIOCENE IGNEOUS ROCKS
TO SOUTHERN KAMCHATKA**

O.V. Bergal-Kuvikas¹, A.V. Latyshev^{1,2,3}, M.B. Anosova^{1,3}, E.A. Latanova^{1,2}

¹*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683006;
e-mail: kuvikas@mail.ru*

²*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, 119991*

³*Smith Institute of Physics of the Earth, Moscow, Russia, 123242*

Received October 11, 2022; revised November 02, 2022; accepted December 26, 2022

Miocene igneous rocks of southern Kamchatka have remained poorly studied, so an expedition was organized in September-October, 2022, as part of a project for young scientist supported from the Russian Science Foundation. Main part of the expedition was carried out using maritime transport. The outcrops in the cliffs of the Beregovoi ridge on the Pacific coast side were studied. Part of the field works were close to Petropavlovsk-Kamchatsky, Vilyuchinsk cities, in the valley of the Paratunka river, in the basement of Vilyuchinsky pass, on the Zavoiko peninsula with involvement of vehicles. The presented work describes the sampling points and shows photographs of the outcrops. Paleomagnetic and isotope-geochemical characteristics of the samples are supposed to be obtained, which will be used to create a model of formation of magmatic complexes of southern Kamchatka.

Keywords: magmatic rocks, paleomagnetism, expedition, Beregovoi ridge, Miocene.