

2. Grichuk D.V. Otnoshenie Cd/Zn kak indikator vklada magmатических флюидов в питание гидротермальных систем. Новые идеи в науках о Земле [The Cd / Zn ratio as an indicator of the contribution of magmatic fluids to the supply of hydrothermal systems], Moscow, publishing house of Moscow State University, 2005, Vol. 2, 83 p.

3. Ivin V.V., Rodionov A.N., Khomich V.G., Simanenko L.F., Boriskina N.G. Geologicheskoe stroenie i tipy endogennoy mineralizatsii Nizhne-Taezhnogo rudnogo uzla (Primore) [Geological structure and endogenous mineralization types of the Nizhne-Taezhny ore cluster (Primorye)]. Tikhookeanskaya geologiya [Russian Journal of Pacific Geology], 2006, Vol.25, №3, pp. 81-87.

4. Ivin V.V., Ivin V.V., Medvedev E.I., Fat'janov I.I. Zonal'nost' mnogometall'nogo orudneniya Kumirnogo mestorozhdeniya serebra (Severnoe Primor'e) [Zoning of multimetal mineralization of the Kumir silver deposit (Northern Primorye)]. Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in current natural sciences], 2017, № 3, pp. 85-91.

5. Konstantinov M.M., Kostin A.V., Sidorov A.A. Geology of silver deposits [Geologiya mestorozhdeniy serebra], Yakutsk, Sakhalpoligrafizdat, 2003. 282 p.

6. Kravtsova R.G., Tauson V.L., Makshakov A.S., Pavlova L.A., Palyanova G.A. Specific composition of native silver from the Rogovik Au-Ag deposit, Northeastern Russia [Osobennosti sostava samorodnogo serebra zoloto-serebrjanogo mestorozhdeniya Rogovik (Severo-Vostok Rossii)]. Geologiya rudnykh mestorozhdenij [Geology of ore deposits], 2017, Vol. 59, № 5, pp. 385-400.

7. Sazonov V.N., Ogorodnikov V.N., Polenov Yu.A. Vertikal'naya metasomaticheskaya zonal'nost' i ee znachenie dlya prognozirovaniya slepogo orudneniya i otsenki perspektiv otrabatyvaemykh mestorozhdeniy na glubinu (na primere zolotorudnykh i zolotopolimetallicheskiykh mestorozhdeniy) [Vertical metasomatic zoning and its significance for predicting blind mineralization and estimating promising poisonous deposits to depth (on the example of gold ore and gold polymetallic deposits)]. Litosfera [lithosphere], 2008, №1, pp. 77-89.

8. Sidorov A.A. Rudnye formacii i metallogenicheskaya zonal'nost' Tihookeanskogo pojasa [Ore formations and metallogenic zoning of the Pacific Belt]. Tihookeanskaya geologiya [Russian Journal of Pacific Geology], 2002, Vol. 21, № 3, pp. 3-13.

9. Fajziev A.R., Fajziev F.A. Rudnoformacionnye tipy serebrjanykh mestorozhdenij Tadzshikistana [Ore Formations and Metallogenic Zoning of the Pacific Belt]. Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadzshikistan [Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan], 2015, № 3 (160), pp. 92-99.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГОРЕ КРУГЛОЙ НА ОСТРОВЕ МАТУА, ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА

Дегтерев Артем Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 693022, Российская Федерация, Сахалинская обл., г. Южно-Сахалинск, ул. Науки 1Б, e-mail: d_a88@mail.ru

Рыбин Александр Викторович, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 693022, Российская Федерация, Сахалинская обл., г. Южно-Сахалинск, ул. Науки 1Б

Чибисова Марина Владимировна, научный сотрудник, Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 693022, Российская Федерация, Сахалинская обл., г. Южно-Сахалинск, ул. Науки 1Б

Гурьянов Вячеслав Борисович, научный сотрудник, Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 693022, Российская Федерация, Сахалинская обл., г. Южно-Сахалинск, ул. Науки 1Б

В сообщении приводятся новые данные о горе Круглая (о. Матуа, Центральные Курильские острова). На основании проведенных петрографических, петрохимических и геоморфологических исследований, показано, что г. Круглая является естественным геологическим объектом - лавово-экструзивным куполом андезитового состава, формирование которого происходило, предположительно, в верхнем плейстоцене.

Ключевые слова: гора Круглая, остров Матуа, почвенно-пирокластический чехол, лавово-экструзивный купол

NEW DATA ABOUT KRUGLAYA HILL ON AN ISLAND MATUA, CENTRAL KURIL ISLANDS

Degterev Artem V., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Senior Researcher, Institute of Marine Geology and Geophysics Far East Branch Russian Academy of Sciences, 1B Nauki st., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Region, 693022, Russian Federation, e-mail: d_a88@mail.ru

Rybin Alexander V., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Leading Researcher, Institute of Marine Geology and Geophysics Far East Branch Russian Academy of Sciences, 1B Nauki st., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Region, 693022, Russian Federation, e-mail: d_a88@mail.ru

Chibisova Marina V., Researcher, Institute of Marine Geology and Geophysics Far East Branch Russian Academy of Sciences, 1B Nauki st., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Region, 693022, Russian Federation

Guryanov Vyacheslav B., Researcher, Institute of Marine Geology and Geophysics Far East Branch Russian Academy of Sciences, 1B Nauki st., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Region, 693022, Russian Federation

The report provides new about the Kruglaya Hill (Matua Island, Central Kuril Islands). On the basis of petrographic, petrochemical and geomorphological studies, it was shown that the Kruglaya Hill is a natural geological object - a lava-extrusive dome of andesitic composition, the formation of which occurred, presumably, in the upper Pleistocene.

Key words: Kruglaya Hill, Matua Island, soil and pyroclastic cover, lava-extrusive dome

Гора Круглая (Сопка Круглая), расположенная на необитаемом и труднодоступном о. Матуа в центральной части Курильской островной дуги (рис. 1), представляет собой лаво-экструзивный купол - геологическое образование, сформировавшееся в результате выжимания вязко-пластичного магматического материала. Одно из первых упоминаний об этом объекте в аналогичной трактовке встречается еще в фундаментальной работе Г.С. Горшкова (1967), посвященной вулканизму Курильской дуги, где г. Круглая упоминается, как «старый побочный конус» (Горшков, 1967, С. 101). По поводу ее возраста какие-либо данные отсутствуют, однако резюмируя историю геологического развития о. Матуа, автор отмечает, что «побочные конусы» (в числе которых и г. Круглая – прим. авторов) образовались между первым и вторым оледенением (Горшков, 1967). На геолого-геоморфологической схеме о. Матуа, составленной И.В. Мелекесцевым и опубликованной в (Новейший..., 2005), возраст г. Круглой соответствует позднему плейстоцену.



Рис. 1. Схема расположения о. Матуа и г. Круглая. На врезке отмечено местоположение точек опробования образцов и разреза ППЧ

Однако, несмотря на кажущуюся очевидность природного происхождения этого объекта в ряде публикаций, в особенности в различных электронных СМИ, а также в некоторых печатных изданиях (напр.: Смышляев, 2006; Ширяева, 2016), уже на протяжении нескольких лет г. Круглая рассматривается как искусственное (насыпное) сооружение, созданное в период японского владения островом в 1875–1945 гг. В 1930-х гг. на о. Матуа велось интенсивное строительство японских военных объектов, в результате чего была создана военно-воздушная база, где дислоцировался гарнизон, временами насчитывавший до 7,5 тыс. человек (Иванов, 2017).

В настоящем сообщении на основании проведенных авторами геолого-геоморфологических, стратиграфических и петрохимических исследований представлены новые данные о г. Круглой, которые объективно свидетельствуют о ее природном (вулканическом) происхождении.

Материалы и методы. В 2009–2010 и 2017 гг. на о. Матуа были проведены комплексные геолого-геоморфологические и тефрохронологические исследования, организованные с целью изучения четвертичного вулканизма о. Матуа (Левин и др., 2010; Рыбин и др., 2017). В ходе этих работ впервые были получены данные, позволяющие охарактеризовать голоценовую активность влк. Пик Сарычева (Арсланов и др., 2011; Дегтерев и др., 2012; Разжигаяева и др., 2018; Рыбин и др., 2017), а также определить возраст и тип одноактных вулканических аппаратов, расположенных в пределах исследуемого района. Одним из них является г. Круглая (рис. 1), рассмотрению которой и посвящено настоящее сообщение.

В привершинной части г. Круглой был изучен разрез (№ 44 / 10) почвенно-пирокластического чехла (ППЧ), а также произведено геологическое опробование слагающих ее пород (рис. 1). Химический состав тефры был изучен в аналитическом центре Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г. Владивосток). Определение содержаний H_2O , потери при прокаливании (ППП), SiO_2 выполнено методом гравиметрии аналитиком В.Н. Каминской, микроэлементы – методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре iCAP 6500Duo (Thermo Electron Corporation, США) аналитиками Г.И. Горбач, Е.А. Ткачиной, Н.В. Хуркало. Результаты этих анализов представлены в таблице.

Таблица

Представительные анализы пород г. Круглой

	P38 / 2010	P42 / 2010	P43 / 2010
SiO_2	59,46	58,68	58,85
TiO_2	0,62	0,64	0,59
Al_2O_3	18,20	18,48	18,60
FeO^*	7,38	7,38	7,31
MnO	0,23	0,23	0,23
MgO	2,10	2,12	2,25
CaO	6,79	7,60	6,70
Na_2O	3,55	3,99	3,80
K_2O	1,04	1,08	1,02
P_2O_5	0,23	0,22	0,30
H_2O	0,10	0,00	0,03
ППП	0,70	0,00	0,00
Σ	100,40	100,42	99,68
Li	9,81	8,38	10,05
Be	0,75	0,81	1,05
Sc	7,1	7,3	8,38
V	62,2	61,9	59,37
Cr	10,73	6,93	11,28
Co	8,47	8,35	8,46
Ni	3,73	3,33	5,46
Cu	17,67	20,38	14,53
Zn	66,81	69,49	69,27
Rb	14,27	14,95	15,12
Sr	485,5	522,6	502,2
Y	23,57	24,29	24,46
Zr	81,45	23,07	84,55
Nb	1,68	1,93	1,73
Mo	1,31	1,24	0,82
Cs	0,87	0,60	0,71
Ba	242,1	246,5	248,0
La	8,89	9,28	8,96

Продолжение таблицы

	Р38 / 2010	Р42 / 2010	Р43 / 2010
Ce	22,03	23,17	22,48
Pr	3,09	3,23	3,09
Nd	14,48	15,06	15,03
Sm	3,67	3,91	3,76
Eu	1,25	1,31	1,26
Gd	3,95	4,08	3,95
Tb	0,61	0,65	0,65
Dy	4,01	4,20	4,13
Ho	0,84	0,90	0,87
Er	2,63	2,52	2,63
Tm	0,37	0,38	0,41
Yb	2,57	2,48	2,68
Lu	0,40	0,40	0,43
Hf	2,11	1,02	2,07
Ta	0,09	0,13	0,10
Pb	7,43	5,91	5,17
Th	1,54	1,21	1,39
U	0,73	0,59	0,69

Примечание: Р38 / 2010 – образец с вершины, буровато-красный андезит; Р42 / 2010 – средняя часть склона, светло-серый андезит; Р43 / 2010 – нижняя часть склона, андезит с буроватым оттенком. FeO* – общее железо.

Результаты исследований и обсуждение. *Геолого-геоморфологическая характеристика.* Гора Круглая расположена в юго-восточной части о. Матуа (рис. 1) у подножия действующего влк. Пик Сарычева (в 5 км от вершинного кратера), являющегося одним из самых активных вулканов на Курильских островах (Горшков, 1967; Иванов и др., 2017; Rybin et al., 2011). Благодаря правильной куполообразной форме она заметно выделяется в равнинном рельефе юго-восточной части острова (рис. 2 а). Абсолютная высота г. Круглой составляет 124 м над уровнем моря, относительная – 50–60 м, средняя крутизна склонов 10–12° (до 20°). Ее основание имеет форму практически идеального круга диаметром ~400 м.

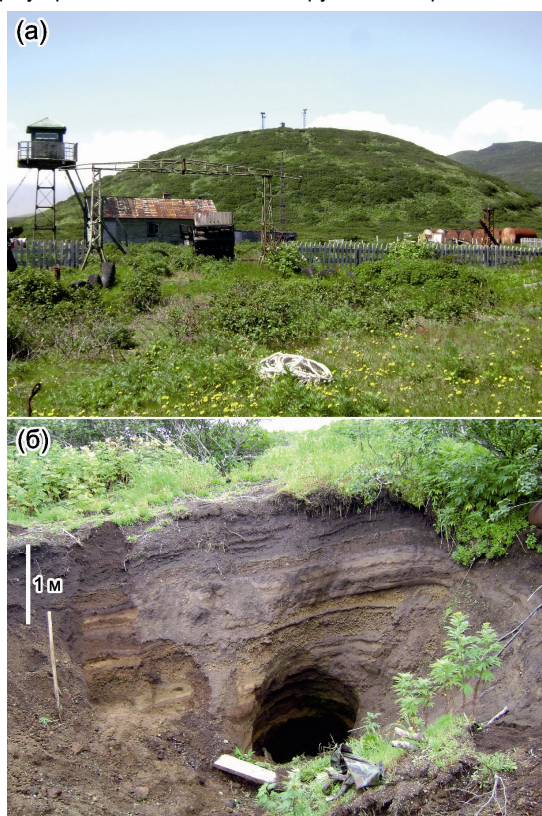


Рис. 2. Общий вид Сопки круглой с северо-востока (а) и разреза ППЧ на ее вершине (б).
Фото А.В. Дегтерева

Поверхность г. Круглой практически не обнажена и почти полностью покрыта зарослями ольхового стланика и травянисто-кустарниковой растительности. Следов какого-либо значительного эрозионного расчленения на ней не обнаружено.

Поверхность купола перекрыта голоценовым почвенно-пирокластическим чехлом (ППЧ) мощностью 4–4,5 м, включающим ~30 слоев тефры различной крупности и мощности, разделенные погребенными почвами и супесями (рис. 2 б). Калиброванная радиоуглеродная датировка, полученная по палеопочве, залегающей на поверхности купола, имеет значение 12660 ± 1230 (ЛУ-6604) (Арсланов и др., 2011; Разжигеева и др., 2018), что соответствует самому концу верхнего плейстоцена. В целом по строению и возрасту разрез ППЧ, перекрывающий г. Круглую, соответствует наиболее возрастным разрезам острова и, в частности, по набору горизонтов тефры в полной мере отвечает обнажению ППЧ, вскрытому в береговом обрыве в районе м. Орлова - отложения пирокластики и палеопочв залегают здесь на наиболее древней поверхности (плейстоценовые эффузивы), поэтому этот разрез является наиболее полным в тефростратиграфическом отношении. Таким образом, формирование г. Круглой, по имеющимся данным, происходило предположительно в позднем плейстоцене.

Предварительные результаты по изотопному датированию пород фундамента о. Матуа, К-Аг методом показывают, что формирование вулкаников г. Круглой происходило во второй половине эоплейстоцена (Рыбин и др., 2017). В дальнейшем вопросу оценки абсолютного возраста эффузивных образований о. Матуа, по данным К-Аг-датирования, авторы посвятят отдельную публикацию, где детально рассмотрят все его аспекты.

Петрографическая и петрохимическая характеристика. По петрохимическим и минералогическим особенностям породы, слагающие г. Круглую, отличаются исключительной свежестью и характеризуются отсутствием вторичных изменений. Структура пород микропорфировая серийно-порфировая с пилотакситовой основной массой, которая состоит из светлосерого (иногда буроватого) стекла с субпараллельно ориентированными микролитами плагиоклаза и беспорядочно рассеянной рудной пылью (рис. 3).

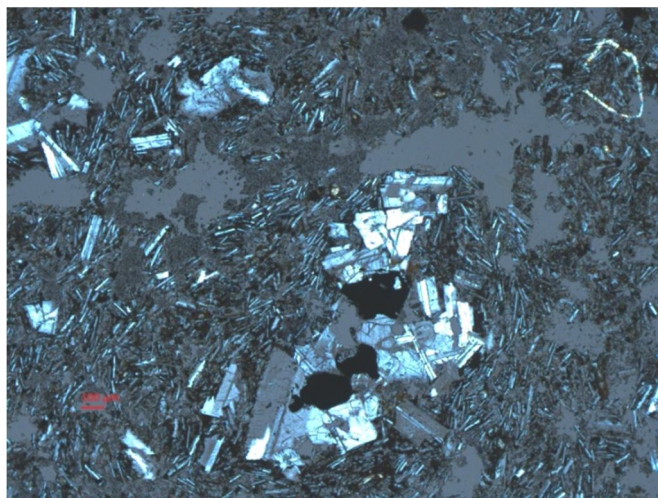


Рис. 3. Микрофотография шлифа в проходящем свете (выполнена на микроскопе Axio Scope A1 (Carl Zeiss)). Отчетливо видны фенокристаллы и микролиты плагиоклаза, у последних ярко выражена флюидальность

В стекле хорошо выражена флюидальность, подчеркиваемая ориентировкой микролитов плагиоклаза, которые обтекают фенокристаллы. Вкрапленники составляют 10–15 % общего объема породы. Преобладает плагиоклаз, представленный слабозональными таблитчатыми кристаллами и их сростками, размером 0,2–0,3 мм, редко до 1 мм. Из темноцветных минералов, среди вкрапленников, присутствует только темно-зеленый моноклинный пироксен, представленный редкими идиоморфными кристаллами размером до 2 мм. Рудный минерал - титаномагнетит, представлен редкими вкрапленниками до 0,1 мм или находится в сростках с плагиоклазом. Редко, среди микролитов, встречается ромбический пироксен. Основная часть Fe-Ti окислов находится в виде рудной пыли в основной массе, при окислении которой породы приобретают красноватый оттенок.

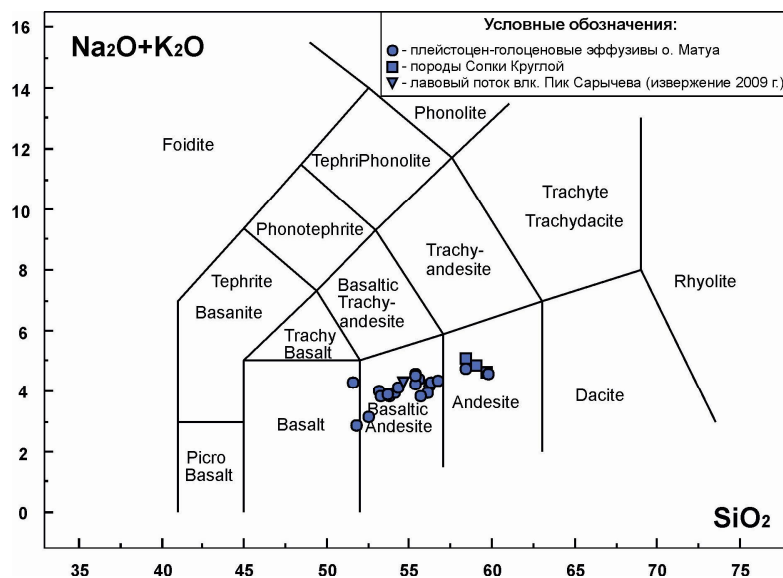


Рис. 4. Классификационная диаграммы ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) для плейстоцен-голоценовых эффузивов о. Матуа, лавового потока влк. Пик Сарычева (извержение 2009 г.) и пород г. Круглая. Использована TAS-диаграмма для классификации и номенклатуры вулканических пород по (Le Bas et al., 1986)

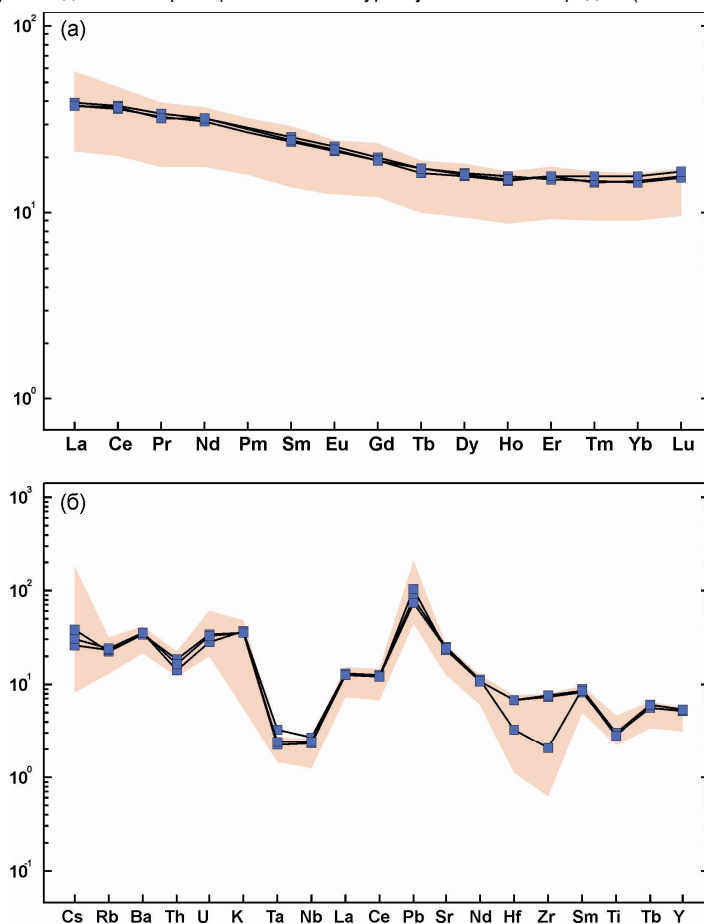


Рис. 5. Спектры распределения редкоземельных и микроэлементов (г/т) в породах г. Круглая, нормализованные к хондриту (а) (Sun, McDonough, 1989) и примитивной мантии (б) (McDonough, Sun, 1995), соответственно. Поле сплошной заливки соответствует плейстоцен-голоценовым эффузивам о. Матуа и лавовому потоку влк. Пик Сарычева (извержение 2009 г.)

Для сравнительного петрохимического анализа использованы данные по плейстоцен-голоценовым эффузивам о. Матуа и лавовому потоку влк. Пик Сарычева (извержение 2009 г).

На классификационной TAS-диаграмме ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) (Le Bas et al., 1986) составы пород г. Круглой занимают компактную область в поле типичных андезитов известково-щелочной серии с умеренным содержанием калия, закономерно продолжая тренд основных эффузивов о. Матуа (рис. 4).

По относительным концентрациям других породообразующих окислов и их соотношениям, породы г. Круглой также полностью отвечают составам известково-щелочных вулканитов (таблица). Спектр распределения редкоземельных элементов (рис. 5 а), нормированных к хондриту (Sun, McDonough, 1989) характеризуется преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми $(\text{La/Yb})_N$ в среднем составляет 1,3) и отсутствием европиевой аномалии, что также в полной мере соответствует характеру распределения редкоземельных элементов в вулканитах о. Матуа. На спайдер-диаграмме, нормированной по примитивной мантии (McDonough, Sun, 1995), образцы г. Круглой демонстрируют относительно высокие значения крупноионных литофильных элементов по отношению к высокозарядным элементам, концентрации которых, напротив, понижены (рис. 5 б). По сравнению с составами средне-основных голоценовых лав влк. Пик Сарычева и верхнеплейстоценовых эффузивов о. Матуа они демонстрируют практически идентичный характер распределения нормированных значений (рис. 5 а, б). Незначительные отличия обусловлены различиями валового состава пород по кремнекислотности, что характерно для вулканитов одной сериальной принадлежности.

Заключение. Таким образом, г. Круглая на о. Матуа по комплексу петрографических, петрохимических и геоморфологических признаков, является естественным геологическим объектом - лавово-экструзивным куполом андезитового состава, формирование которого происходило в позднем плейстоцене. Поверхность купола перекрыта голоценовым почвенно-пирокластическим чехлом мощностью 4–4,5 м, включающим ~30 слоев тефры различной крупности и мощности, разделенные погребенными почвами и супесями, сформированным в результате эруптивной деятельности влк. Пик Сарычева.

Авторы выражают признательность ведущему научному сотруднику лаборатории геодинимики и морской геологии ИМГиГ ДВО РАН, к.г.-м.н. О.В. Веселову, детально ознакомившему с рукописью статьи, за ряд ценных замечаний и пожеланий.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИМГиГ ДВО РАН при поддержке грантов РФФИ № 18-05-00041 А, № 18-05-00819.

Список литературы

1. Арсланов Х.А., Мелекесцев И.В., Разжигаяева Н.Г., Дегтерев А.В., Рыбин А.В. Возраст почвенно-пирокластического чехла и хронология вулканической активности на о. Матуа (Центральные Курилы) в голоцене // Материалы VII Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. Т. 1. Апатиты; СПб.: Рос. акад. наук, Отд. наук о Земле, Комиссия по изуч. четвертич. периода, Геологический ин-т КНЦ РАН, 2011. С. 43-45.
2. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 287 с.
3. Дегтерев А.В., Рыбин А.В., Мелекесцев И.В. Разжигаяева Н.Г. Эксплозивные извержения вулкана Пик Сарычева в голоцене (о. Матуа, Центральные Курилы): геохимия тефры // *Тихоокеанская геология*. 2012. Т. 31. № 6. С. 16-26.
4. Иванов А.Н. Остров Матуа: активный вулкан и военная база // *Природа*. № 2. 2017. С. 18-26.
5. Иванов А.Н., Беляев Ю.Р., Луговой Н.Н., Хисматуллин Т.И., Дегтерев А.В., Рыбин А.В. Опасные природные процессы на острове Матуа (центральные Курилы) // *Геориск*. 2017. № 4. С. 28-39.
6. Левин Б.В., Мелекесцев И.В., Рыбин А.В. и др. Экспедиция «Вулкан Пик Сарычева - 2010» (Курильские острова) // *Вестник ДВО РАН*. 2010. № 6. С. 152-159.
7. Новейший и современный вулканизм на территории России. М.: Наука, 2005. 604 с.
8. Разжигаяева Н.Г., Ганзей Л.А., Арсланов Х.А., Мохова Л.М., Дегтерев А.В., Ганзей К.С., Пшеничникова Н.Ф., Максимов Ф.Е., Старикова А.А., Петров А.Ю. Запись палеогеографических событий позднеледниковья-голоцена в органогенных отложениях острова Матуа (Центральные Курилы) // *Тихоокеанская геология*. 2018. Т. 37. № 5. С. 48-64.
9. Рыбин А.В., Дегтерев А.В., Дудченко И.П., Гурьянов В.Б., Романюк Ф.А., Климанцов И.М. Комплексные исследования на острове Матуа в 2017 году // *Геосистемы переходных зон*. 2017. № 4(4). С. 21-30.
10. Смышляев А.А. К тайнам туманных Курил. Петропавловск-Камчатский. 2006. 240 с.
11. Ширяева Е.В. Сравнительно-исторический анализ условий размещения бактериологических лабораторий квантунской армии на острове Матуа // *Берегиня*. 777. Сива. 2016. Вып. 30. № 3. С. 130-137.

12. Le Bas M.J., Le Maitre R.W., Streckeisen A., Zanettin, B. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram // *Journal of Petrology*. 1986. V. 27. P. 745-750.
13. McDonough W.F., Sun S.S. The composition of the Earth // *Chem. Geol.* 1995. V. 120. P. 223-253.
14. Rybin A., Chibisova M., Webley P. et al. Satellite and ground observations of the June 2009 eruption of Sarychev Peak volcano, Matua Island, Central Kuriles // *Bulletin of Volcanology*. 2011. V. 73. № 4. P. 40-56.
15. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of ocean basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (eds), *Magmatism in ocean basin* // *Geol. Soc. London. Spec. Pub.* 1989. V. 42. P. 313-345.

References

1. Arslanov H.A., Melekestsev I.V., Razzhigaeva N.G., Degterev A.V., Rybin A.V. Vozrast pochvenno-piroklasticheskogo chekhla i hronologiya vulkanicheskoy aktivnosti na o. Matua (Tsentralnye Kurily) v golotsene [The age of the soil and pyroclastic cover and the chronology of volcanic activity on Matua Island (Central Kuriles) during the Holocene] // *Materialy VII Vseros. soveshch. po izucheniyu chetvertichnogo perioda*. T. 1. Apatity; SPb.: Ros. akad. nauk, Otd. nauk o Zemle, Komissiya po izuch. chetvertich. perioda, Geologicheskii in-t KNTS RAN, 2011. P. 43-45.
2. Gorshkov G.S. Vulkanizm Kuril'skoy ostrovnogo dugi [Volcanism of Kuril Island Arc]. M.: Nauka, 1967. 287 p.
3. Degterev A.V., Rybin A.V., Melekestsev I.V., Razzhigaeva N.G. Eksplozivnye izverzheniya vulkana Pik Sarycheva v golotsene (o. Matua, Tsentralnye Kurily): geohimiya tefry [Explosive eruptions of the Sarychev Peak volcano in the Holocene on Matua Island, the Central Kuriles: the tephra geochemistry] // *Tihookeanskaya geologiya*. 2012. T. 31. № 6. P. 16-26.
4. Ivanov A.N. Ostrov Matua: aktivnyy vulkan i voennaya baza [Matu Island: the active volcano and the military base] // *Priroda*. № 2. 2017. P. 18-26.
5. Ivanov A.N., Belyaev YU.R., Lugovoy N.N., Hismatullin T.I., Degterev A.V., Rybin A.V. Opasnye prirodnye protsessy na ostrove Matua (tsentralnye Kurily) [Dangerous natural processes on the Matua Island (Central Kurils)] // *Georisk*. 2017. № 4. P. 28-39.
6. Levin B.V., Melekestsev I.V., Rybin A.V. i dr. Ekspeditsiya «Vulkan Pik Sarycheva - 2010» (Kuril'skie ostrova) // *Vestnik DVO RAN*. 2010. № 6. P. 152-159.
7. Noveyshiyy i sovremennyy vulkanizm na territorii Rossii [Modern and holocene volcanism in Russia]. M.: Nauka, 2005. 604 p.
8. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Arslanov H.A., Mohova L.M., Degterev A.V., Ganzey K.S., Pshenichnikova N.F., Maksimov F.E., Starikova A.A., Petrov A.YU. Zapis paleogeograficheskikh sobyitiy pozdnelednikovaya-golotsena v organogennykh otlozheniyakh ostrova Matua (Tsentralnye Kurily) [Record of late glacial-Holocene paleogeographical events in organogenic deposits of the Matua Island (Central Kurils)] // *Tihookeanskaya geologiya*. 2018. T. 37. № 5. P. 48-64.
9. Rybin A.V., Degterev A.V., Dudchenko I.P., Guryanov V.B., Romanyuk F.A., Klimantsov I.M. Kompleksnye issledovaniya na ostrove Matua v 2017 godu [Comprehensive research on Matua Island in 2017] // *Geosistemy perekhodnykh zon*. 2017. № 4(4). P. 21-30.
10. Smyshlyaev A.A. K taynam tumannykh Kuril [To the mysteries of the foggy Kuriles]. Petropavlovsk-Kamchatskiy. 2006. 240 p.
11. Shiryayeva E.V. Sravnitel'no-istoricheskii analiz usloviy razmeshcheniya bakteriologicheskikh laboratoriy kvantunskoy armii na ostrove Matua [Comparative historical analysis of the placement conditions of bacteriological laboratories of the Kwantung Army on Matua Island] // *Bereginya*. 777. Sova. 2016. Vyp. 30. № 3. S. 130-137.
12. Le Bas M.J., Le Maitre R.W., Streckeisen A., Zanettin, B. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram // *Journal of Petrology*. 1986. V. 27. P. 745-750.
13. McDonough W.F., Sun S.S. The composition of the Earth // *Chem. Geol.* 1995. V. 120. P. 223-253.
14. Rybin A., Chibisova M., Webley P. et al. Satellite and ground observations of the June 2009 eruption of Sarychev Peak volcano, Matua Island, Central Kuriles // *Bulletin of Volcanology*. 2011. V. 73. № 4. P. 40-56.
15. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of ocean basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (eds), *Magmatism in ocean basin* // *Geol. Soc. London. Spec. Pub.* 1989. V. 42. P. 313-345.

МИНЕРАЛЬНЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СУЛЬФИДНОЙ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШАНУЧ (КАМЧАТКА)

Кунгурова Валентина Егоровна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, 683002, Российская Федерация, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, e-mail: kunwe@yandex.ru