



DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-1-37-47

УДК 552.08

Верхнемеловые риолитовые пеплы Деревянных Гор (остров Новая Сибирь, Новосибирские острова)

В.В. Костылева*, Е.В. Щепетова†, А.Е. Котельников‡

*† Геологический институт РАН, Российская Федерация, 110017, Москва, Пыжевский пер., 7

‡ Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

История статьи:

Поступила: 16 ноября 2018

Доработана: 22 февраля 2019

Принята: 28 февраля 2019

Ключевые слова:

Северо-Восточная Арктика;

Новосибирские острова;

верхний мел;

риолитовый вулканизм

Статья посвящена первым находкам риолитовых пеплов в верхнемеловых отложениях о. Новая Сибирь. В ходе полевых работ 2016 г. в районе мыса Утес Деревянных Гор было выявлено четыре слоя тонкозернистых нелигитифицированных пеплов в составе турон-коньякской угленосной деревянногорской свиты. В статье представлены результаты петрографического, рентген-дифрактометрического и микронзондового анализа пирокластики из пепловых слоев. Предложена типизация вулканогенно-терригенных отложений. Образцы исследованы в прозрачных шлифах при помощи поляризационного микроскопа. Рентгенофазовый анализ глинистой фракции проводился с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3. Микрорентгеноспектральные химические анализы витрокластов выполнены на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM-6480LV с микроанализатором Oxford Instruments INCA-Energy 350. Установлено, что деревянногорская свита сложена риолитовыми туффитами, среди которых залегают тонкозернистые кристалло-витрокластические и витрокластические пеплы низко- и нормальнощелочных высококальциевых риолитов мощностью до 2,5 м. Отложения с низким содержанием пирокластики распространены незначительно. Новые данные о строении и составе деревянногорской свиты подтверждают гипотезу предыдущих исследователей о том, что осадконакопление в районе о. Новая Сибирь в позднем мелу сопровождалось эксплозивным кислым вулканизмом. Основной

Благодарности. Работа выполнена в рамках тем госзадания № 0135-2018-0034 (ВК), № 0135-2016-0004 (ЕЩ) Геологического института РАН. Полевые и аналитические работы финансировались по договору с ООО «РН-Шельф-Арктика» № 2100016/0276Д (о. Новая Сибирь).

* Старший научный сотрудник лаборатории сравнительного анализа осадочных бассейнов, к.г.-м.н.; kovikto@yandex.ru

† Старший научный сотрудник лаборатории седиментологии и геохимии осадочных бассейнов, к.г.-м.н.

‡ Доцент, департамент недропользования и нефтегазового дела, к.г.-м.н., доцент

© Костылева В.В., Щепетова Е.В., Котельников А.Е., 2019



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

целью статьи является обсуждение источников пирокластического материала на территории Новосибирских островов в турон-коньякское время. Сделан вывод о территориальной близости палеовулканического центра извержений к области осадконакопления. Предполагается, что палеовулканические центры находились в пределах современной территории островов Котельный, Земля Бунге, Фаддеевский и, вероятно, были унаследованы с раннеальбского времени.

Введение

На Новосибирских островах верхнемеловые отложения известны только в пределах архипелага Анжу. По результатам среднемасштабной геологической съемки (1974—1977 гг.) в их составе выделены бунгинская (K_2bn) и деревянногорская свиты (K_2dr), сложенные вулканогенно-терригенными угленосными отложениями общей мощностью около 280 м [1—3]. Бунгинская свита распространена на Земле Бунге, о. Фаддеевский в заливе Геденштрома, и проливе Санникова, где не имеет естественных выходов на дневную поверхность [1; 2]. По данным картировочного бурения свита залегает с перерывом на коре выветривания риолитов нижнего альба, венчающих угленосную балыктахскую свиту апт-альбского возраста [2]. Деревянногорская свита вскрыта картировочной скважиной № 46 и имеет естественные выходы в береговых обрывах на юго-западном побережье о. Новая Сибирь, в районе мыса Утес Деревянных Гор, где согласно, без видимого перерыва залегает на верхней части бунгинской свиты (рис. 1). Деревянногорская свита также закартирована в верховьях правого притока р. Большая [2]. На о. Новая Сибирь верхнемеловые породы перекрыты среднелепистоценовыми осадками и интенсивно дислоцированы [4].

Деревянные Горы, начиная с экспедиций М. Геденштрома (1809 г.), П. Анжу (1820 г.), Э. Толля (1886 г.), привлекали внимание исследователей благодаря уникальному местонахождению ископаемой флоры, по которой уже в середине XX века и был установлен верхнемеловой возраст вмещающих толщ, уточненный М.Н. Бондаренко по результатам палинологического анализа до турон-коньяка [5—7]. Значительное внимание геологов также было уделено строению верхнемелового разреза. О.А. Иванов и Д.С. Яшин пликативные и дизъюнктивные нарушения дочетвертичных отложений в районе Деревянных Гор связывали с альпийским циклом орогенеза [8]. М.К. Косыко и Г.В. Труфанов описали складчато-надвиговые деформации, обусловленные, по их мнению, геодинамической активизацией в Северо-Восточной Арктике в олигоцен-миоцене [3]. Позднее была выдвинута гипоте-

за о гляциодинамической природе дислокаций [4; 9; 10]. Однако детальное литолого-петрографическое изучение верхнемеловых отложений деревянногорской свиты и исследование их вещественного состава с применением комплекса современных методов не проводились. До настоящего времени эти породы не были типизированы, а условия их образования подробно не обсуждались. В публикациях упоминается о присутствии в разрезе туфогенных пород с высоким содержанием кислого вулканического стекла, на основании чего выдвигаются предположения об интенсивной вулканической деятельности на окружающей территории и продолжении до середины позднего мела посторогенного внутриплитного магматизма, начальная фаза которого на Новосибирских островах относится к первой половине альба [1; 2; 6; 8; 11].

В 2016—2017 гг. в рамках проекта ПАО «НК «Роснефть» Геологическим институтом РАН на о. Новая Сибирь были проведены полевые работы с последующей лабораторно-аналитической обработкой полученного геологического материала. В результате детальных исследований было установлено широкое распространение и значительное разнообразие кислого пирокластического материала в деревянногорской свите. Впервые выявлено не менее пяти слоев пеплов риолитового состава в разрезе. Целью настоящей статьи является типизация вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород верхнего мела в районе мыса Утес Деревянных Гор и представление новых данных, позволяющих судить о генезисе вулканических пеплов деревянногорской свиты.

1. Методика отбора проб и методы исследования

Верхнемеловые отложения о. Новая Сибирь в основном не литифицированы, но находятся в мерзлом состоянии. При отборе образцов места взятия проб тщательно зачищались от оттаявшего в летнее время грунта для исключения засорения проб посторонним материалом. Мерзлая порода высушивалась сразу после оттаивания и упаковывалась без потери каких-либо компонентов. В ста-

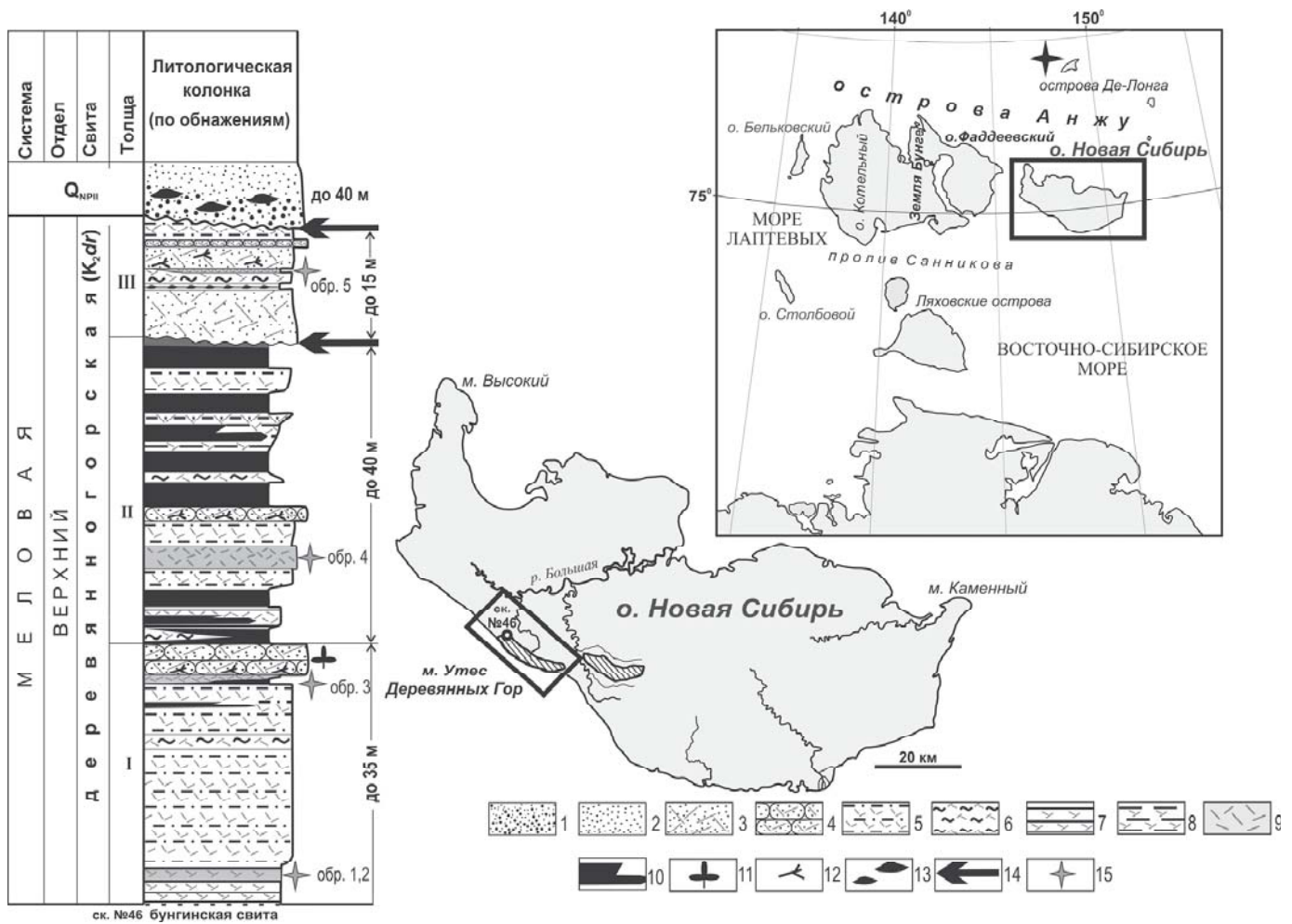


Рис. 1. Региональное положение о. Новая Сибирь, поля распространения верхнемеловых отложений

(по [2], показано штриховкой) и сводный разрез деревянногорской свиты в районе мыса Утес Деревянных Гор:

- 1 — пески гравелитистые; 2 — пески; 3 — туффы риолитовые псаммитовые нелитифицированные; 4 — туффы псаммитовые литифицированные и туфопесчаники риолитовые; 5 — туффы риолитовые алевритовые нелитифицированные и туфоалевриты; 6 — туффы риолитовые алевритовые литифицированные и туфоалевролиты; 7 — туффы риолитовые пелитовые нелитифицированные и туфопелиты; 8 — туффы риолитовые пелитовые литифицированные и туфоаргиллиты; 9 — пепел риолитовый; 10 — угли бурые; 11 — отпечатки листьев меловой флоры; 12 — обломки углефицированных стволов деревьев; 13 — переотложенный уголь бурый; 14 — угловое несогласие; 15 — положение в разрезе исследованных образцов пеплов

[Figure 1. Regional position of Novaya Sibir Island, fields of distribution of Upper Cretaceous deposits

(by [2], it's shown by shading) and composite section of Derevyannyye Gory Formation in area of cape Utes Derevyannykh Gor]

тъе приводится макроскопическое описание отложений в оттаявшем состоянии.

Минералого-петрографическое изучение пород проведено в прозрачных покрытых шлифах при помощи поляризационного микроскопа. Рыхлые пеплы изучались в шлифах с эпоксидным цементом (показатель преломления ~ 1,57). Рентгенофазовый анализ глинистой фракции (<2 μm) проводился с помощью дифрактометра ДРОН-3 в ориентированных препаратах: воздушно-сухом, насыщенном этиленгликолем и прокаленном (до 550 °С) состояниях (МГУ имени М.В. Ломоносова, аналитик В.Л. Косоруков, кафедра литологии и морской геологии). Изображение пеплов в отраженных элек-

тронах (BSE) и микрорентгеноспектральные химические анализы витрокластов выполнены на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM-6480LV с микроанализатором Oxford Instruments INCA-Energy 350 (МГУ имени М.В. Ломоносова, аналитик Н.Н. Кошлякова, лаборатория локальных методов исследования вещества).

2. Типизация верхнемеловых вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород о. Новая Сибирь

В основу типизации положена классификация, отраженная в Петрографическом кодексе, с неко-

торыми изменениями согласно А.В. Вану и Ю.П. Казанскому [12; 13].

К пеплам мы относим рыхлые explosивно-обломочные отложения, на 90—100 % сложенные необработанным пирокластическим материалом размерностью менее 2,0 мм [13]. Верхнемеловой разрез о. Новая Сибирь сложен в основном терригенно-вулканокластическими породами: нелитифицированными кристалло-витрокластическим и витрокластическим риолитовым туффитам пелитовой, алевритовой и псаммитовой размерности с содержанием необработанной пирокластики от 90 до 50 % (рис. 1, литологическая колонка). Реже встречаются литифицированные, сходные по составу туффиты. Иногда в разрезе наблюдаются вулканокласто-терригенные (туфогенные) отложения с более низкой долей сингенетичной пирокластики — от 50 до 10 % и высоким содержанием терригенного материала (50—90 %) — туфопески, туфоалевриты и туфопелиты. Наиболее широко распространены нелитифицированные отложения подобного типа, реже встречаются литифицированные разновидности.

Ювенильные пирокластические компоненты в тонкозернистых (алевропелитовых) отложениях представлены кристаллокластами биотита и кислым вулканическим стеклом, пылеватая фракция которого девитрифицирована и преобразована в смектит и иллит-смектит, иногда в смеси с гейландитом и тридимитом. В некоторых образцах присутствует резургентный материал в виде девитрифицированных частиц вулканических стекол с аксиолитовой внутренней структурой. В псаммитовых отложениях присутствуют идиоморфные кристаллокласты кварца с нормальным погасанием и резорбированной поверхностью.

Терригенные компоненты представлены кварцем (метаморфогенным и гранитоидным), плагиоклазами, калиевыми полевыми шпатами, а также обломками пород: фельзитами, сферолитфельзитами, углистыми аргиллитами, алевролитами, слюдисто-кварцевыми метаморфитами, иногда измененными базальтами. Часто присутствуют тонкие чешуйки светлой слюды. Степень окатанности терригенного материала в псаммитах плохая и средняя. Среди глинистых терригенных компонентов наблюдается каолинит и иллит.

3. Краткое описание разреза

Предыдущими исследователями было выявлено трехчленное строение деревянногорской свиты [3].

В естественных обнажениях в районе мыса Утес Деревянных Гор нами также выделено три толщи (снизу вверх): подугольная (I), угленосная (II) и надугольная (III) (рис. 1). Общая видимая мощность разреза составляет около 95 м. Верхнемеловые отложения с размывом и угловым несогласием перекрыты среднелепесточной континентальной терригенной толщей мощностью до 40 м, которая ранее датировалась плиоценом [2]. Отложения верхнего мела и среднего неоплейстоцена совместно гляциодислоцированы: разбиты серией надвигов северо-западного простирания на пластины, внутри которых слои смяты в складки или залегают моноклинально с падением на северо-восток. Вкрест простирания структур наблюдается неоднократное повторение разрезов.

Толщи, слагающие деревянногорскую свиту, имеют в различной степени выраженное циклическое строение. Циклиты обычно характеризуются регрессивной направленностью.

В основании видимой части разреза подугольной толщи (I) залегают зеленовато-коричневые и шоколадно-коричневые (углистые) пелитовые и алевропелитовые нелитифицированные туффиты, которые вверх по разрезу постепенно сменяются несколько более крупнозернистыми зеленовато-серыми и светло-серыми пелито-алевритовыми и алевритовыми туффитами, включающими два маломощных (0,2—0,5 м) прерывистых пласта бурых углей. В нижней и верхней частях подугольной толщи выявлены два не выдержанных по мощности (0,3—1,0 м) слоя зеленых вязких вулканических пеплов. В кровле толщи залегают туффиты псаммитовые литифицированные светло-серые и розовато-серые на свежем сколе, разнозернистые, с плитчатой отдельностью, фрагментами углефицированных стволов деревьев и многочисленными отпечатками листовой флоры на поверхностях напластования (рис. 1, литологическая колонка). Именно по этим флороносным породам были изучены многочисленные виды новосибирской флоры туронского возраста [6; 7]. Максимальная видимая мощность толщи достигает 35 м.

Выше согласно, без признаков размыва залегают угленосная толща (II), разрез которой имеет ярко выраженное циклическое строение. Нами установлено не менее пяти регрессивных циклитов с пластами бурых углей в основании. Мощность угольных пластов составляет 3,0—7,0 м. Для угольных пластов характерны невыдержанность мощностей

по простиранию и прослои темно-серых углистых пелитовых и алевропелитовых туффитов. Иногда буроугольные пласты подстилаются линзующимися прослоями сидерита (0,2—0,4 м). Верхняя часть циклитов обычно представлена светло-серыми алевритовыми и псаммито-аледритовыми туффитами или туфоаледритами и туфопесками, реже присутствуют литифицированные псаммитовые плитчатые туффиты (до 1,0 м) с редкими отпечатками листовой флоры и хаотично расположенными фрагментами древесных стволов в подошве слоя.

В средней части угленосной толщи залегает однородный слой светло-серого алевритового вулканического пепла мощностью 2,5 м (рис. 1, литологическая колонка). Верхняя часть толщи эродирована. В большинстве разрезов толща заканчивается пластом бурого угля, в кровле которого наблюдаются явные признаки выветривания. Мощность угленосной толщи составляет около 40 м.

Выше по разрезу с размывом, угловым и азимутальным несогласием залегает надугольная толща (III). Верхняя часть толщи эродирована. На изученной площади мощность надугольной толщи колеблется от 2 до 15 м. В наиболее полных разрезах наблюдается цикличность. Нижняя часть циклитов образована светлыми бежево-серыми рыхлыми туффитами алевритовыми, которые вверх по разрезу постепенно сменяются алевро-псаммитовыми туффитами, слагающими верхнюю часть циклитов. Иногда в основании циклитов залегают очень тонкозернистые темно-серые углистые туффиты или туфопелиты, тогда как в верхней части циклитов могут присутствовать маломощные (до 0,5 м) прослои псаммитовых туффитов. В отложениях встречаются углефицированные остатки корневой системы растений и фрагменты древесных стволов, ориентированные в юго-западном направлении. В некоторых обнажениях прослеживается маломощный (0,2—0,5 м) слой зеленого вязкого алеврито-пелитового вулканического пепла.

4. Вещественный состав вулканических пеплов

В деревянногорской свите нами установлено не менее четырех слоев вулканических пеплов. Их положение в разрезе показано на рис. 1 (литологическая колонка). В подугольной и надугольной толщах встречаются в основном неслоистые алеврито-пелитовые и пелито-аледритовые пеплы, которые

в обнажениях выглядят как пластичные вязкие зеленые глины. В шлифах наблюдается комковатая текстура, псаммито-аледрито-пелитовая кристалло-витрокластическая структура; характерна средняя сортировка и беспорядочная, хаотичная ориентировка пепловых частиц. Количество необработанного изотропного прозрачного вулканического стекла крупнопелитовой, реже алевритовой размерности (0,01—0,005 мм) составляет 30—50 %. Форма витрокластов остроугольная рогульчатая, каплевидная. В пепловой массе хаотично рассеяны кристаллокласты красновато-коричневого и зеленовато-коричневого биотита (0,5—0,1 мм и менее), иногда слабо опацизированного, часто со следами отламывания. Количество биотита колеблется от 10 до 50 % (рис. 2).

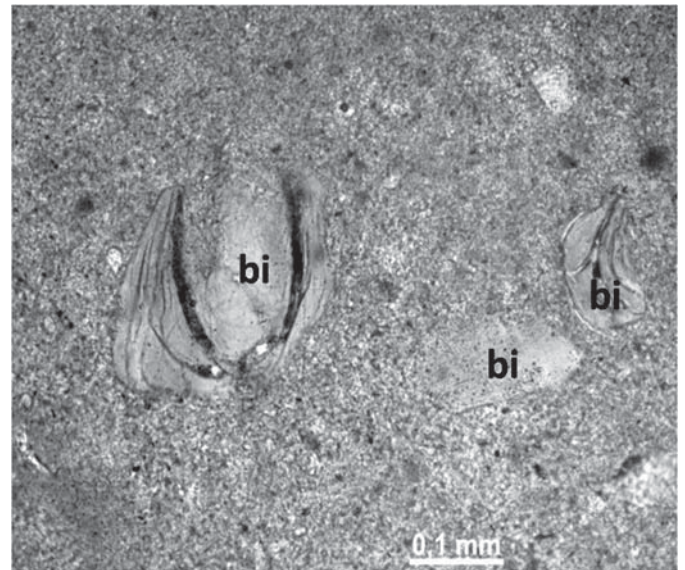


Рис. 2. Микрофотография риолитового алеврито-пелитового кристалло-витрокластического пепла с крупными кристаллокластами биотита. Верхний мел, деревянногорская свита, подугольная толща, мыс Утес Деревянных Гор [Figure 2. Microphotograph of rhyolitic aleuropelitic crystal-vitric ashes with large biotite crystalloclast. Upper Cretaceous, Derevyannye Gory Formation, podugolnaya series, cape Utes Derevyannykh Gor]

В некоторых образцах присутствует предположительно резургентный материал алевритовой размерности в виде кристаллокластов кварца копьевидной формы и девитрифицированных пепловых частиц с аксиолитовой внутренней структурой.

Матрикс пеплов тонкопелитовый (20—60 %). По данным рентгенофазового анализа в составе глинистой фракции преобладает смектит (49—73 %), присутствует смешанослойный иллит-смектит (до 34 %) (табл. 1, образцы № 1—3).

Таблица 1/Table 1

Относительное содержание минералов глинистой фракции в вулканических пеплах, %
[Abundance of minerals of clay fraction in volcanic ashes, %]

№ образца	S	I	I-S	Kl	Ceo	Td	Total
1	50	11	34	5	0	0	100
2	49	7	34	6	0	4	100
3	73	9	13	5	0	0	100
4	93	4	0	3	0	0	100
5	37	3	3	5	49	3	100

Примечание: S — смектит; I — иллит; Kl — каолинит; Td — тридимит; Ceo — цеолит; I-S — иллит-смектит.

Note: S — smectite; I — illite; Kl — kaolinite; Td — tridymite; Ceo — zeolite; I-S — illite-smectite.

Смектитовые глинистые минералы образовались, по-видимому, в результате постседиментационной трансформации наиболее тонкодисперсной витрокластике. В образце пепла № 5 (надугольная толща) с пониженным содержанием смектита наблюдается значительное количество гейландита. В некоторых образцах присутствует тридимит, который наряду с другими компонентами также является продуктом преобразования пылеватой фракции вулканического стекла. Относительное содержание терригенных глинистых минералов — иллита и каолинита — в глинистой фракции пеплов низкое и в сумме не превышает 7—16 %.

Наиболее детально нами изучен слой алевроитового пепла из угленосной толщи, вскрывающейся в борту безымянного ручья на востоке Деревянных Гор. При макроскопических наблюдениях пепел светло-серого цвета, на выветрелой поверхности почти белый, хорошо средне сортированный, с нечетливо проявленной горизонтальной слоистостью (слабостратифицированный) (рис. 3). В отличие от вмещающих пород, слой пепла не содержит углефицированных растительных остатков.

В петрографических шлифах наблюдается витрокластическая пелито-алевритовая и пелитопсаммито-алевритовая структура, средняя сортированность и беспорядочная микротекстура. Пелитовый материал (до 10 %) по данным рентгенофазового анализа представлен смектитом, который является продуктом разложения наиболее тонкодисперсной фракции вулканического стекла (табл. 1, образец № 4). Присутствуют единичные кристаллокласты зеленовато-коричневого биотита. Вулканическое стекло алевроитовой (0,1—0,01 мм), редко мелкопсаммитовой (до 0,15 мм) размерности, без признаков окатанности, бесцветное, прозрач-

ное, полностью изотропное, с показателем преломления много ниже эпоксидной смолы. Преобладают остроугольная, вытянутая и рогульчатая формы витрокластов. На микрофотографии вулканического пепла в отраженных электронах также наблюдаются витрокласты с единичными или множественными газовыми полостями (рис. 4).

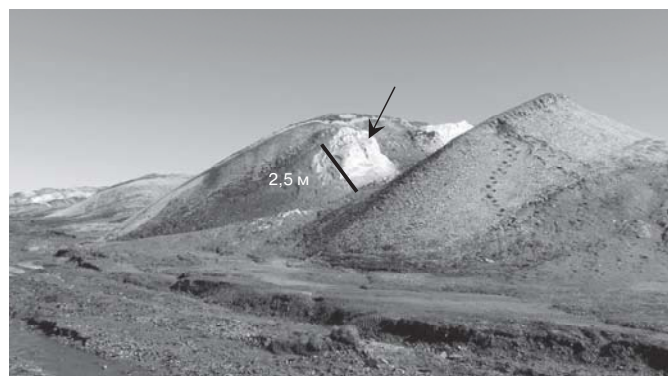


Рис. 3. Слой риолитового пепла в разрезе угленосной толщи (указан стрелкой). Верхний мел, деревянногорская свита, мыс Утес Деревянных Гор

[Figure 3. Layer of rhyolitic ashes in a section of carboniferous series (specified by arrow). Upper Cretaceous, Derevyannye Gory Formation, cape Utes Derevyannykh Gor]



Рис. 4. Микрофотография пепла риолитового витрокластического в отраженных электронах.

Верхний мел, деревянногорская свита, угленосная толща, мыс Утес Деревянных Гор. Цифрами обозначены номера микрорентгеноспектральных химических анализов (Spectrum), приведенные в табл. 2

[Figure 4. Microphotograph of rhyolitic vitroclastic ashes in the reflected electrons. Upper Cretaceous, Derevyannye Gory Formation, carboniferous series, cape Utes Derevyannykh Gor. Figures designated numbers of chemical X-ray microanalysis (Spectrum) shown in Table 2]

Микрорентгеноспектральные химические анализы различных морфологических типов вулкани-

ческих стекол показали сходные результаты (табл. 2).

Количество SiO₂ составляет 72,90–75,12 %, суммарное содержание оксидов щелочных металлов (Na₂O + K₂O) колеблется от 4,52 до 7,25 %. В соответствии с петрохимическими показателями, изученный вулканический пепел на диаграмме TAS (Total alkali-silica diagram) располагается в пределах двух диагностических полей — низкощелочных и нормальнощелочных риолитов (рис. 5, а). Величины отношения Na₂O/K₂O (0,12–0,26 %) во всех проанализированных частицах вулканического стекла близкие и свидетельствуют о калиевом типе щелочности. Содержание K₂O в них составляет 4,01–5,88 %. На диаграмме, построенной в координатах K₂O—SiO₂ [12], исследованное риолитовое стекло относится к высококалийевой разновидности (рис. 5, б). Таким образом, петрохимические показатели позволяют относить вулканические пеплы деревянногорской свиты к низко- и нормальнощелочному высококалийевым типам риолитов.

Таблица 2/Table 2

Результаты микрорентгеноспектрального химического анализа витрокластов (образец № 4)
[Chemical X-ray microanalysis results of vitroclasts (sample no. 4)]

№ Spectrum	Оксиды [Oxides], %									
	Na	Mg	Al	Si	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Total
02	1,18	—	11,28	73,75	0,14	5,21	0,78	0,13	0,87	93,34
03	1,37	—	11,4	74,36	0,12	5,88	0,71	0,08	0,89	94,81
04	1,17	—	11,38	74,78	0,1	5,22	0,79	0,1	0,89	94,43
05	0,95	0,08	11,47	74,04	0,12	4,98	0,8	0,12	0,87	93,43
06	0,93	0,08	11,38	73,98	0,13	5,05	0,8	0,11	0,96	93,42
07	0,49	0,08	11,07	73,71	0,10	4,03	0,69	0,07	0,91	91,15
08	0,84	0,06	11,21	72,90	0,12	4,52	0,79	0,11	0,91	91,47
09	0,51	0,09	11,69	75,55	0,12	4,01	0,84	0,12	0,88	93,81
10	1,07	0,08	11,45	74,3	0,16	5,1	0,86	0,12	1,00	94,14
11	1,36	0,08	11,57	75,12	0,1	5,92	0,88	0,12	0,86	96,01
12	0,76	0,10	11,21	73,54	0,12	4,49	0,79	0,11	0,92	92,04

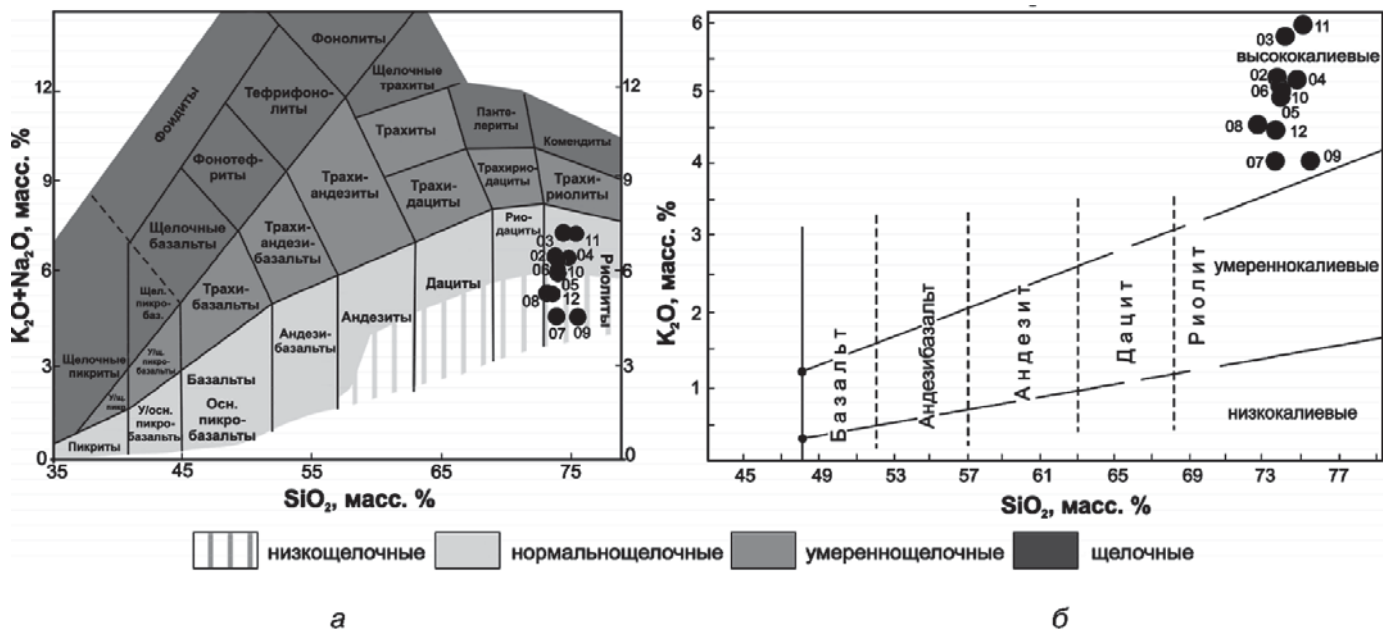


Рис. 5. Диаграммы
 а — TAS для вулкаников в координатах содержания SiO₂ и суммы щелочей (масс. %);
 б — зависимость содержания K₂O от SiO₂ (масс. %). Поля на диаграммах нанесены по [12]
 [Figure 5. Graphical chart:
 а — TAS for volcanics, coordinates indicate content of SiO₂ and the sum of alkalis (% wt);
 б — relationship between the K₂O content and SiO₂ (% wt). Fields on charts are put by [12]]

5. Обсуждение результатов

Детальное опробование разреза верхнемеловых пород в районе мыса Утес Деревянных Гор на о. Новая Сибирь позволило выявить широкое распространение терригенно-вулканокластических образований — риолитовых туффитов пелитовой, алевритовой и псаммитовой размерности. Установлено, что, помимо туффитов и менее распространенных туфогенных отложений, в деревянногорской свите присутствуют слои тонкозернистых кристалло-витрокластических и витрокластических вулканических пеплов. Таким образом, в позднемеловое время терригенная седиментация на данной территории сопровождалась практически непрерывной эксплозивной вулканической деятельностью и накоплением в осадках продуктов кислого вулканизма. Эти процессы были значительно более интенсивными, чем предполагали предыдущие исследователи [8]. Пепловые слои нарушают седиментационную цикличность, характеризуются средней отсортированностью, однородным минеральным и химическим составом пирокластического материала. Слои пеплов имеют довольно значительную мощность (0,3—2,5 м) и в разрезе не образуют парагенезов с какими-либо иными продуктами эксплозивного вулканизма: отложениями пирокластических потоков, волн и пепловых облаков пирокластических потоков. Следовательно, они образовались путем осаждения из принесенных ветром пепловых шлейфов, ранее отсепарированных из эруптивной колонны при одиночных или серии субодновременных извержений различной силы [14]. Палеовулканический центр или группа подобных центров находились, по видимому, на расстоянии не более 100 км от области седиментации. Основываясь на имеющихся в литературе данных об эоловом распространении кислой пирокластики от центра извержения, можно заключить, что в случае расположения области седиментации на более значительном удалении от вулканического центра мощность прослоев пепла, даже при катастрофических эксплозиях, не превышала бы нескольких сантиметров [15]. В ближайшем к Новосибирским островам секторе Северо-Восточной Арктики кислые вулканические породы верхнего мела (94—84 млн лет) известны в пределах Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП) [16]. Однако, вследствие значительного расстояния (до 1000 км), предположение о том, что источником поступления риолитовых пеплов в район Новосибирских островов в туроне-коньяке были действу-

ющие вулканы ОЧВП, представляется маловероятным. В пользу близкого расположения вулканических центров свидетельствует присутствие в псаммитовых туффитах среди пирокластического материала идиоморфных кристаллокластов кварца с резорбированной поверхностью, а в пеплах — резургентного вулканического материала и значительного количества кристаллокластов ювенильного биотита.

Известно, что на островах Котельный, Земля Бунге, Фаддеевский и на севере пролива Санникова широко развиты нижнеальбские высококальциевые низко- и нормальнощелочные (изредка щелочные) риолиты, риолитовые игнимбриты и туфы калий-натрового и калиевого типа щелочности (верхи балыктахской свиты, тугуттахская толща) [1; 11; 17]. На островах Земле Бунге и Фаддеевский мощность риолитового покрова составляет 50—60 м [2]. На о. Котельный суммарная мощность прослоев риолитовых вулканогенных пород достигает 170 м, а возможно и более [11]. А.Б. Кузьмичев с соавторами предполагают, что на о. Котельный палеовулканические постройки располагались в его центральной части (район среднего течения р. Балыктах) [11]. Наиболее вероятно, что в позднем мелу действующие центры кислого эксплозивного вулканизма были унаследованы с конца раннего мела и могли располагаться не только на о. Котельный, но и на островах Земля Бунге, Фаддеевский и в проливе Санникова, хотя явных следов древних вулканических построек или кальдер в пределах последних пока не обнаружено. Петрохимические данные также свидетельствуют о единой природе магматического очага нижнеальбских и турон-коньякских риолитовых вулканитов архипелага Анжу.

Выводы

1. Полевые наблюдения естественных обнажений верхнего мела деревянногорской свиты на о. Новая Сибирь в районе мыса Утес Деревянных Гор и последующие минералого-петрографические исследования пород показали, что свита сложена преимущественно кристалло-витрокластическими и витрокластическими туффитами при подчиненной роли туфогенных образований. В составе свиты впервые выявлено не менее четырех слоев тонкозернистых риолитовых пеплов, что свидетельствует об относительно непрерывной и весьма интенсивной эксплозивной вулканической деятельности в турон-коньякское время.

2. По имеющимся к настоящему времени данным сложно определить характер позднемеловых извержений. Однако есть все основания предполагать, что слои пеплов в деревянногорской свите накопились в результате выпадения мелко-тонкозернистой тефры из пепловых шлейфов, отделившихся от эруптивной колонны при вулканических извержениях различной силы (одиночных или серии субодновременных); распространение пепловых шлейфов контролировалось направлением ветров.

3. Значительные мощности пеплов (до 2,5 м), особенности гранулометрического и вещественного составов пирокластики (присутствие обломков вулканического стекла псаммито-алевритовой размерности, крупных кристаллокластов ювенильного биотита, девитрифицированного стекловатого резургентного материала) свидетельствуют о близком (до 100 км) расположении позднемеловых вулканических центров относительно изученной территории. Позднемеловые вулканические центры, по-видимому, были унаследованы с раннеальбского времени. Ближайшие из них могли располагаться в пределах Земли Бунге и в северной части пролива Санникова. Близкое петрохимическое соответствие верхнемеловых пеплов о. Новая Сибирь и нижнеальбских риолитов, игнимбригов и туфов, развитых на других островах архипелага Анжу, позволяет предположить единство магматического очага при извержениях кислой магмы в конце раннего мела и в позднем мелу.

Дальнейшие исследования вещественного состава верхнемеловых пеплов и туффитов деревянногорской свиты позволят более определенно установить генезис пирокластического материала.

Список литературы

- [1] Труфанов Г.В., Бондаренко Н.М., Абрамова Л.Н. Верхнемеловые отложения островов Анжу Новосибирского архипелага // Верхний палеозой и мезозой островов и побережья арктических морей СССР. Л.: Изд-во НИИГА, 1979. С. 121—125.
- [2] Труфанов Г.В., Белоусов К.Н., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Листы Т-54-XXXIV, XXXV, XXXVI; Т-56-XXXIII; S-54-IV,V, VI, X, XI, XII; S-55-I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII; S-56-III, VII. Объяснительная записка. М.: Мингео, 1986. (Серия «Новосибирские острова»).
- [3] Kos'ko M.K., Trufanov G.V. Middle Cretaceous to Eopleistocene Sequences on the New Siberian Islands: an approach to interpret offshore seismic // *Marine and Petroleum Geology*. Vol. 19. No. 7. Pp. 901—919.
- [4] Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б. Деревянные горы (о. Новая Сибирь): складчато-надвиговой ороген неоплейстоценового возраста // *Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения: материалы XLVI тектон. совещ.* Т. 1. 2014. С. 104—106.
- [5] Бондаренко Н.М. Состав и распространение спор и пыльцы в верхнем мелу острова Новая Сибирь (Новосибирские острова) // *Палеонтологическое обоснование расчленения палеозоя и мезозоя арктических районов СССР*. Л.: Севморгеология, 1983. С. 149—156.
- [6] Герман А.Б., Александрова Г.Н., Кузьмичев А.Б. Фито-стратиграфические и палеоклиматические исследования неморского мела Новосибирских островов (острова Котельный и Новая Сибирь) // *Строение и история развития литосферы. Вклад России в Международный полярный год 2007/08* / под ред. Ю.Г. Леонова. М.; СПб.: Paulsen Editions, 2010. С. 384—402.
- [7] Герман А.Б., Костылева В.В., Никольский П.А., Басилян А.Э., Котельников А.Е. Новые данные о позднемеловой флоре острова Новая Сибирь (Новосибирские острова) // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2018. (В печати.)
- [8] Иванов О.А., Яшин Д.С. Новые данные о геологическом строении острова Новая Сибирь // *Труды НИИГА*. 1959. Т. 96. Вып. 8. С. 61—78.
- [9] Гросвальд М.Г. Признаки покровного оледенения Новосибирских островов и прилегающего шельфа // *Докл. АН СССР*. 1988. Т. 302. № 3. С. 654—659.
- [10] Басилян А.Э., Никольский П.А., Анисимов М.А. Плейстоценовое оледенение Новосибирских островов — сомнений больше нет // *Новости МПГ 2007/2008*. 2008. № 12. С. 7—9.
- [11] Кузьмичев А.Б., Александрова Г.Н., Герман А.Б. Аптальбские угленосные отложения острова Котельный (Новосибирские острова): новые данные о строении разреза и игнимбриговом вулканизме // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2009. Т. 17. № 5. С. 69—94.
- [12] Петрографический кодекс. Магматические метаморфические, метасоматические, импактные образования. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008.
- [13] Ван А.В., Казанский Ю.П. Вулканокластический материал в осадках и осадочных породах. Новосибирск: Наука, 1985. 128 с.
- [14] Гирина О.А. Конвективная гравитационная дифференциация пирокластики андезитовых вулканов // *Литосфера*. 2010. № 3. С. 135—144.
- [15] Пономарева В.В. Крупнейшие эксплозивные вулканические извержения и применение их тефры для датирования и корреляции форм рельефа и отложений: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2010.
- [16] Соловьев В.И. Верхнемеловые игнимбригиты Куйдусунской наложенной впадины // *Вулканические и интрузивные формации Приохотья*. Новосибирск: Наука, 1976. 188 с.
- [17] Бургуто А.Г., Авдюничев В.В., Дорофеев В.К., Журавлев В.А., Зуйкова О.Н., Иванова А.М., Иванова В.В., Не-

упокоева А.А., Пащковская Е.А., Радченко М.С., Рекант П.В., Шкарубо С.И. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Лист S–53 (о. Столбовой), 54 (Ляховские о-ва). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016. (Серия «Лаптево-Сибироморская»).

Для цитирования:

Костылева В.В., Щепетова Е.В., Котельников А.Е. Верхнемеловые риолитовые пеплы Деревянных Гор (остров Новая Сибирь, Новосибирские острова) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 37–47. DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-1-37-47

Research paper

Upper Cretaceous rhyolitic ashes in the Utes Derevyannykh Gor area (Novaya Sibir Island, the New Siberian Islands)

V.V. Kostyleva*, E.V. Shchepetova†, A.E. Kotelnikov‡

*† Geological Institute of RAS, 7 Pyzhevsky Lane, Moscow, 110017, Russian Federation

‡ Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

Article history:

Received: November 16, 2018

Revised: February 22, 2019

Accepted: February 28, 2019

Keywords:

North East Arctic;

The New Siberian Islands;

Upper Cretaceous;

rhyolitic volcanism

The article is concerned with the first finds of rhyolite ashes in Upper Cretaceous sediments of Novaya Sibir Island. In the course of the field work in the area of cape Utes Derevyannykh Gor in 2016, four layers of unlithified fine-grained ashes were found in the Turonian-Coniacian coal-bearing Derevyannye Gory Formation. The article presents the results of petrographic, X-ray diffractometric and microprobe analysis of pyroclastics from ash layers. A typification of volcanogenic-terrigenous deposits is proposed. Thin section of the samples were investigated on a polarizing microscope. X-ray phase analysis of the clay fraction was carried out using a DRON-3 diffractometer. X-ray microanalysis of vitroclasts were carried out on a scanning electron microscope “Jeol JSM-6480LV” with the microprobe analyzer “Oxford Instruments INCA-Energy 350”. It was established that Derevyannye Gory Formation is composed of rhyolitic tuffites, among which fine-grained crystal-vitroclastic and vitroclastic ashes of low and normal alkaline high-potassium rhyolites with thickness up to 2.5 m. Low pyroclastics sediments are not widespread. New data on the structure and composition of the Derevyannye Gory Formation confirm the hypothesis of previous researchers, that sedimentation in the Late Cretaceous in the area of Novaya Sibir Island was accompanied by explosive acidic volcanism. The main purpose of the article is to discuss the sources of pyroclastic material for the territory of the New Siberian Islands in the Turonian-Coniacian age. The conclusion is made about the territorial proximity of the paleovolcanic eruption center to the area of sedimentation. It is assumed that the paleovolcanic centers were located within the present territory of Kotelny, Zemlya Bunge, Faddeevsky islands and, probably, were inherited from the Early Albian stage.

References

- [1] Trufanov GV, Bondarenko NM, Abramova LN. *Verkhnemelovye otlozheniya ostrovov Anzhu Novosibirskogo arhipelaga [Upper Paleozoic and Mesozoic of islands and coast of Arctic seas of the USSR]*. Leningrad: NIIGA Publ.; 1979. (In Russ.)
- [2] Trufanov GV, Belousov KN, Nepomiluev VF. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000. Listy T-54-XXXIV, XXXV, XXXVI; T-56-XXXIII;*

Acknowledgements. This study has been carried out following the plans of the scientific research of the Geological Institute of RAS (projects No. 0135-2018-0034 (VK), No. 0135-2016-0004 (ESh). Field work and analytical studies were supported by “RN-Shelf-Arctic” Oil Company (Novaya Sibir Island).

* Senior Researcher of Laboratory of Comparative Analysis of Sedimentary Basin, PhD in Geology, PhD in Geology; kovikto@yandex.ru

† Senior Researcher of Laboratory of Sedimentology and Geochemistry of Sedimentary Basin, PhD in Geology

‡ Assistant Professor of Department of Mineral Developing and Oil & Gas Engineering, Engineering Academy, PhD in Geology

- S-54-IV, V, VI, X, XI, XII; S-55-I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII; S-56-III, VII. *Ob'yasnitel'naya zapiska (Seriya "Novosibirskie ostrova")* [Geological map of the USSR, scale 1:200 000. Quadrangles T-54-XXXIV, XXXV, XXXVI; T-56-XXXIII; S-54-IV, V, VI, X, XI, XII; S-55-I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XII; S-56-III, VII. In N.A. Borschova (Ed.). *Explanatory note (The New Siberian Islands Series)*]. Moscow: Mingeo Publ.; 1986. (In Russ.)
- [3] Kos'ko MK, Trufanov GV. Middle Cretaceous to Eopleistocene Sequences on the New Siberian Islands: an approach to interpret offshore seismic. *Marine and Petroleum Geology*. 2002;(19): 901–919.
- [4] Danukalova MK, Kuz'michev AB. Derevyannye gory (o. Novaya Sibir'): skladchato-nadvigovyi orogen neopleistotsenovogo vozrasta [Derevyannye Gory (Novaya Sibir Island): Neo-Pleistocene fold-thrust orogen]. *Tektonika skladchatykh pojasov Evrazii: skhodstvo, razlichie, kharakternye cherty noveishego gorooobrazovaniya, regional'nye obobshcheniya: materialy XLVI tekton. soveshch.* [Tectonics of folded belts of Eurasia: similarity, distinction, characteristic features of the latest mountain building, regional generalizations: materials of XLVI tectonic meeting]. 2014;1: 104–106.
- [5] Bondarenko NM. Sostav i rasprostranenie spor i pyl'tsy v verkhnem melu ostrova Novaya Sibir' (Novosibirskie ostrova) [Structure and allocation of sporules and pollen in Upper Cretaceous of Novaya Sibir Island (the New Siberian Islands)]. *Paleontologicheskoe obosnovanie raschleneniya paleozoya i mezozoya arkticheskikh raionov SSSR* [Paleontologic justification of Paleozoic and Mesozoic partition of the USSR Arctic districts]. Leningrad: Sevmorgeologiya Publ.; 1983. p. 149–156. (In Russ.)
- [6] German AB, Aleksandrova GN, Kuz'michev AB. Fitostratigraficheskie i paleoklimaticheskie issledovaniya nemorskogo mela Novosibirskikh ostrovov (ostrova Kotel'nyi i Novaya Sibir') [Fitostratigraphic and paleoclimatologic researches of not sea Cretaceous deposits of the New Siberian Islands (Kotelny and Novaya Sibir Islands)]. In: Leonov YuG. (ed.) *Stroenie i istoriya razvitiya litosfery. Vklad Rossii v Mezhdunarodnyi polyarnyi god 2007/08* [Structure and history of development of a lithosphere. A contribution of Russia in the International Polar Year 2007/08]. Moscow, Saint Petersburg: Paulsen Editions Publ.; 2010. p. 384–402. (In Russ.)
- [7] German AB, Kostyleva VV, Nikol'skii PA, Basilyan AE, Kotel'nikov AE. Novye dannye o pozdnemelovoi flore ostrova Novaya Sibir' (Novosibirskie ostrova) [New data on Late Cretaceous flora of Novaya Sibir Island (the New Siberian Islands)]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya* [Stratigraphy. Geological correlation]. 2018. (In press.) (In Russ.)
- [8] Ivanov OA, Yashin DS. Novye dannye o geologicheskom stroenii ostrova Novaya Sibir' [New data on a geological structure of Novaya Sibir Island]. *Trudy NIIGA* [Materials of NIIGA]. 1959;96(8): 61–78. (In Russ.)
- [9] Grosval'd MG. Priznaki pokrovnogo oledneniya Novosibirskikh ostrovov i prilgayushchego shel'fa [Signs of glaciation of the New Siberian Islands and adjacent shelf]. *Dokl. AN SSSR* [Reports of Academy of Sciences of the USSR]. 1988;302(3): 654–659. (In Russ.)
- [10] Basilyan AE, Nikol'skii PA, Anisimov MA. Pleistotsenovoe olednenie Novosibirskikh ostrovov — somnenii bol'she net [Pleistocene glaciation of the New Siberian Islands — there are no doubts anymore]. *Novosti MPG 2007/2008* [IPY News 2007/2008]. 2008;(12): 7–9. (In Russ.)
- [11] Kuz'michev AB, Aleksandrova GN, German AB. Apt-al'bskie ughenosnye otlozheniya ostrova Kotel'nyi (Novosibirskie ostrova): novye dannye o stroenii razreza i ignimbritovom vulkanizme [Aptian-Albian carboniferous deposits of Kotelny Island (the New Siberian Islands): new data on a structure of section and ignimbrite volcanism]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya* [Stratigraphy. Geological correlation]. 2009;17(5): 69–94. (In Russ.)
- [12] *Petrograficheskii kodeks. Magmaticheskie metamorficheskie, metasomaticheskie, impaktnye obrazovaniya*. 2-e izd., pererab. i dop. [Petrographic code. Magmatic metamorphic, metasomatic, impact units. 2nd ed.]. Saint Petersburg: VSEGEI Publ.; 2008. (In Russ.)
- [13] Van AV, Kazanskii YuP. *Vulkanoklasticheskie material v osadkakh i osadochnykh porodakh* [Volcaniclastic material in absorbing and sedimentary rocks]. Novosibirsk: Nauka Publ.; 1985. (In Russ.)
- [14] Girina OA. Konvektivnaya gravitatsionnaya differentsiatsiya piroklastiki andezitovykh vulkanov [Convective gravitational differentiation of pyroclastics of andesitic volcanoes]. *Litosfera* [Lithosphere]. 2010;(3): 135–144. (In Russ.)
- [15] Ponomareva VV. *Krupneishie eksplozivnye vulkanicheskie izverzheniya i primenenie ikh tefry dlya datirovaniya i korrelyatsii form rel'efa i otlozhenii*: avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk [The largest explosive volcanic eruptions and application of their tephra for dating and correlation of forms of a relief and deposits: abstracts of Doctor of Geographical Sciences theses]. Moscow; 2010. (In Russ.)
- [16] Solov'ev VI. Verkhnemelovye ignimbrity Kuidusunskoi nalozhennoi vpadiny [Upper Cretaceous ignimbrites of Kuydusunsky superimposed depression]. *Vulkanicheskie intruzivnye formatsii Priokhot'ya* [Volcanic and intrusive formations of seaside of the Sea of Okhotsk]. Novosibirsk: Nauka Publ.; 1976. (In Russ.)
- [17] Burguto AG, Avdyunichyev VV, Dorofeev VK, Zhuravlev VA, Zuikova ON, Ivanova AM, Ivanova VV, Neupokoeva AA, Pashkovskaya EA, Radchenko MS, Rekant PV, Shkarubo SI. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tret'e pokolenie). List S-53 (o. Stolbovoy), 54 (Lyakhovskie o-va). Ob'yasnitel'naya zapiska. (Seriya "Laptevo-Sibirromorskaya")* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1 000 000 (third generation). Sheet S-53 (Stolbovoy island), 54 (Lyakhov Islands). Explanatory note. (Laptevo-Sibirromorskaya Series)]. Saint Petersburg: Cartographical factory VSEGEI; 2016. (In Russ.)

For citation:

Kostyleva VV, Shchepetova EV, Kotelnikov AE. Upper Cretaceous rhyolitic ashes in the Utes Derevyannykh Gor area (Novaya Sibir Island, the New Siberian Islands). *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2019;20(1): 37–47. DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-1-37-47 (In Russ.)