

Вещественный состав яйцевидной гальки каменных пляжей Мурманского побережья (Кольский полуостров)

Рыбникова Я. А. 

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, y.rybnikova@ksc.ru

Аннотация. В статье изложены результаты петрографических и петрохимических исследований гальки яйцевидной формы на пляже, расположенном на Мурманском побережье, в южной части губы Завалишина. Размеры изученной гальки варьируют от 5.5 до 13.5 см вдоль длинной оси и от 4.5 до 10.5 см вдоль короткой. Яйцевидная галька сложена гранитами, лейкогранитами, плагиогранитами, кварцевыми диоритами и гранодиоритами. По содержанию петрогенных элементов породы, слагающие яйцевидную гальку, сходны с коренными породами Териберско-Вороньинского сегмента Мурманского составного домена и, вероятно, образуется в результате окатывания и истирания обломков коренных, попавших в прибойную зону.

Ключевые слова: яйцевидная галька, каменный пляж, Мурманское побережье, Териберско-Вороньинский сегмент.

The material composition of the egg-shaped pebbles of the stone beaches of the Murmansk coast (Kola Peninsula)

Rybnikova Ya. A. 

Geological Institute KSC RAS, Apatity, y.rybnikova@ksc.ru

Abstract. The article presents the results of petrographic and petrochemical studies of egg-shaped pebbles on a beach located on the Murmansk coast, in the southern part of the Zavalishin Bay. The sizes of the studied pebbles vary from 5.5 to 13.5 cm along the long axis and from 4.5 to 10.5 cm along the short axis. The ovoid pebbles are composed of granites, leucogranites, plagiogranites, quartz diorites, and granodiorite is represented in one sample. In terms of the content of petrogenic elements, the rocks composing the ovoid pebbles are similar to the bedrock of the Teriberskaya-Voronyinsky segment of the Murmansk composite domain and are probably formed as a result of rolling and abrasion of the fragments of the indigenous ones that got into the surf zone.

Keywords: egg-shaped pebbles, stone beach, Murmansk coast, Teribersko-Voronyinsky segment.

Введение

На Мурманском побережье Кольского полуострова, омываемым Баренцевым морем, в районе посёлка Териберка наблюдаются каменные пляжи, среди валунно-галечного материала которых присутствует галька яйцевидной формы. Пляжи располагаются в так называемых каньонах (Нерадовский и др., 2019), борта и ложе которых сложены породами центральной части Териберско-Вороньинского сегмента Мурманского составного домена (Козлов и др., 2006). В районе посёлка Териберка более 90 % территории сложено преимущественно гранитоидами, среди которых преобладают плагиограниты и тоналиты, с реликтовыми участками более меланократовых пород – диоритов и эндербитов. В прибрежной полосе Баренцева моря широко развиты «мясокрасные» микроклиновые граниты (Козлов и др., 2006).

По данным объёмного моделирования рельефа на территории Мурманского побережья выделены признаки трёх террас, которые были образованы в результате подъёма суши и подробно описаны в статье (Нерадовский и др., 2022). Прибойная зона пляжей начинается от вала первой террасы и располагается в верхней части пляжей. Именно здесь под воздействием прибойно-штормовых волн образуется идеально окатанная галька яйцевидной морфологии. В нижней части пляжа выделяется приливная зона, где, как правило, заканчивается галечник (Нерадовский и др., 2019).

Валунно-галечный материал пляжей представлен обломками пород в основном светлого цвета. Размер валунов колеблется от 20 до 200 см, тогда как размер окатанных галек составляет 10–20 см. На некоторых пляжах около 30 % валунно-галечного материала имеет яйцевидную форму. Размеры яйцевидной гальки и валунов варьируют от 10 см до 1 м.

В данной статье охарактеризован вещественный состав яйцевидной гальки на пляже, расположенном в южной части губы Завалишина.

Строение пляжа губы Завалишина

Протяжённость исследованного пляжа вдоль берега составляет 1 км. Большая его часть вдоль берега практически разрушена из-за технологических работ по строительству дороги, о его отложениях хорошо сохранились в западной и восточной части пляжа (рис. 1).

Борта и ложе каньона, в котором располагается пляж, сложены микроклиновыми гранитами, образующими выступы в море, между которыми располагаются крупновалунные пляжные отложения. В приливной зоне пляжа преобладают крупновалунные продукты разрушения коренных пород. Прибойная зона пляжа прерывистая, имеет небольшую ширину. Местами она сложена плохо окатанными валунами, продолжающими крупновалунные отложения приливной зоны, а местами переходит в белокаменный хорошо окатанный галечник. В его составе присутствуют многочисленные яйцевидные валуны и гальки.

Ширина приливной и прибойной зон пляжа в западной части губы Завалишина составляет первые метры. Уступ первой террасы расположен в нескольких метрах от приливной зоны на высоте около 2 м над уровнем моря. Высота уступа около 3 м, а далее идёт сплошная насыпь валунов первой террасы. Первая терраса имеет длину около 100 м и полого поднимается к западу на несколько метров над уровнем моря.

В восточной части пляжа хорошо выражены приливная и прибойная зоны пляжа и две террасы. На границе с прибойной зоной уступ первой террасы хорошо виден по многочисленным деталям плавника. Первая терраса от тылового вала сначала прослеживается вдоль берега, затем обрывается, возможно, пересыпана дорожной насыпью. Терраса продолжается несколько сотен метров от пляжа в восточном направлении. Видно несколько уступов из россыпей валунов и галечника. Они представляют фрагменты разорванной террасовой насыпи и прослеживаются на высоту около 40 м. На этой высоте наблюдается уступ второй террасы. Таким образом, террасовые отложения сохранились в восточной части губы Завалишина лучше, чем в западной части.



Рис. 1. Общий вид на пляж в южной части губы Завалишина.

Fig. 1. General view of the beach in the southern part of the Zavalishin bay.

Материалы и методы

Для проведения петрографических и минералогических исследований было отобрано 14 образцов яйцевидной гальки с каменного пляжа (рис. 2), расположенного в губе Завалишина Баренцева моря, при этом основной упор делался на разные по визуальным признакам типы горных пород. Размер изученной гальки варьирует от 5.5 до 13.5 см вдоль длинной оси и от 4.5 до 10.5 см вдоль короткой.

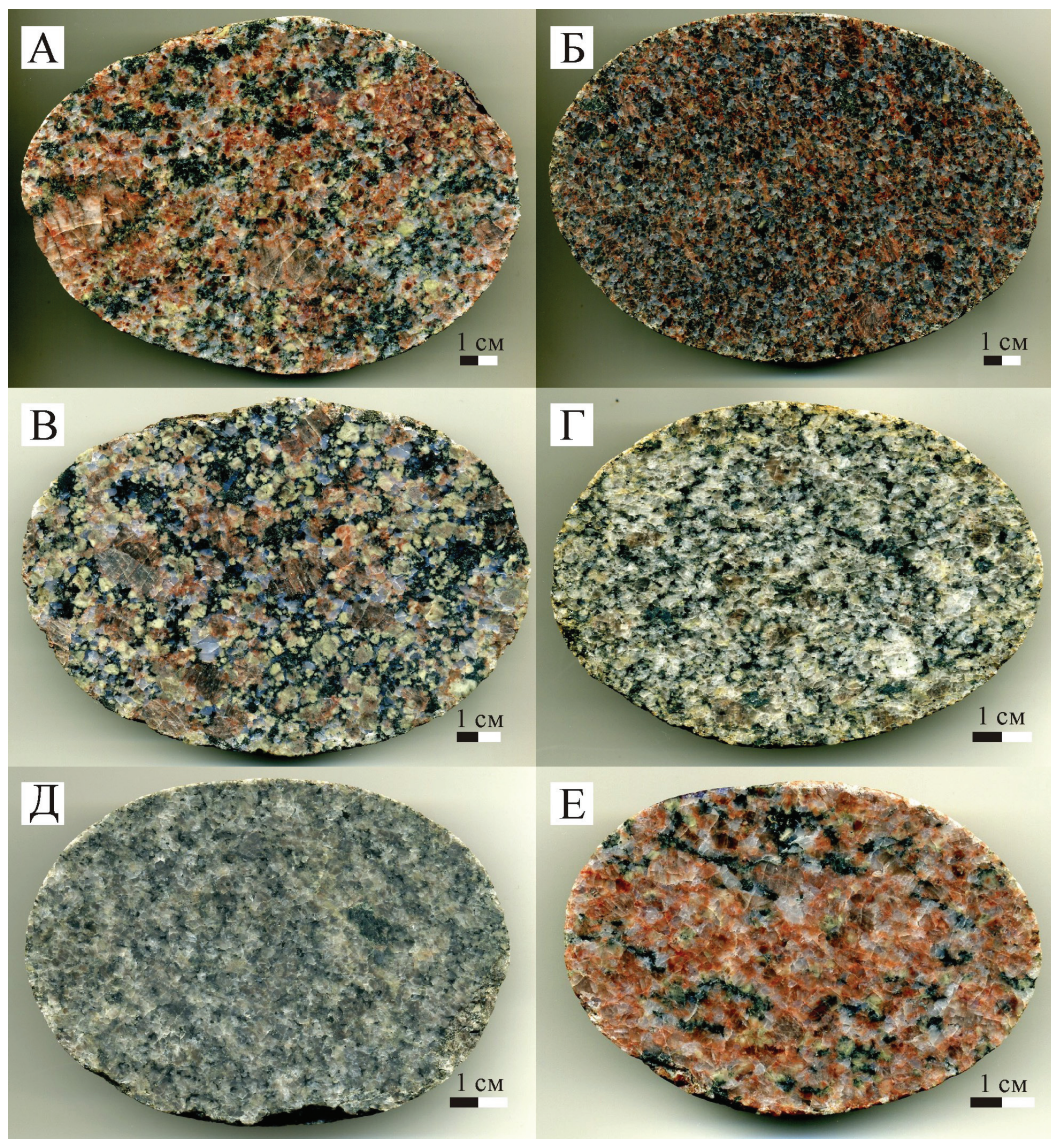


Рис. 2. Фото гальки яйцевидной морфологии в разрезе: А, Б – граниты, В – гранодиорит, Г – кварцевый диорит, Д – плагиогранит, Е – лейкогранит.

Fig. 2. Photo of pebbles of egg-shaped morphology in the section: А, Б – granites, В – granodiorite, Г – quartz diorite, Д – plagiogranite, Е – leucogranite.

Оптическое изучение пород и ассоциаций минералов проводилось в прозрачных и полированных шлифах с помощью поляризационного микроскопа AxioPlan 2 Imaging с фотоприставкой Carl Zeiss (Carl Zeiss AG, Оберкохен, Германия).

Определение содержаний основных элементов (полный силикатный анализ) проводилось в химико-аналитической лаборатории ГИ КНЦ РАН (г. Апатиты) классическими методами «мокрой» химии. Анализы проведены с использованием атомно-абсорбционного пламенного (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , MnO , Cr_2O_3 , V_2O_5), атомно-эмиссионного пламенного (K_2O , Na_2O),

фотоколориметрического (TiO_2 , P_2O_5), ионселективного (F, Cl), гравиметрического (H_2O^+ ; H_2O^-) и объемного (CO_2 , FeO) методов.

Петрографический и минеральный состав яйцевидной гальки

Петрографические и минералогические исследования показали, что яйцевидная галька сложена преимущественно биотитовыми гранитами, лейкогранитами и плагиогранитами, а также мелко-среднезернистыми кварцевыми диоритами. Один образец сложен среднезернистым биотитовым гранодиоритом.

Биотитовые граниты – это крупно-среднезернистые породы светло-розового или серо-розового цвета массивной текстуры с аллотриоморфнозернистой или гранитной структурой с элементами графической структуры (рис. 3А). Породы состоят из кварца (30–35 %), плагиоклаза (25–35 %), калиевого полевого шпата (22–35 %), биотита (3–8 %), мусковита (1–5 %) и рудного минерала (от единичных зёрен до 2 %). Часто по плагиоклазу развиваются минералы группы эпидота, содержание которых может варьировать от 1 до 3 %, а по биотиту – хлорит, содержание которого может достигать 5–7 %. Акцессорные минералы представлены апатитом, титанитом, аллани-том и цирконом.

Биотитовые лейкограниты представляют собой среднезернистые породы светло-розового и сероватого цвета массивной текстуры с аллотриоморфнозернистой или гранитной структурой (рис. 3В). Породы сложены кварцем (30–40 %), плагиоклазом (12–15 %), калиевым полевым шпатом (34–47 %), биотитом (2–5 %), мусковитом (1–2 %) и рудным минералом (менее 1 %). По пла-

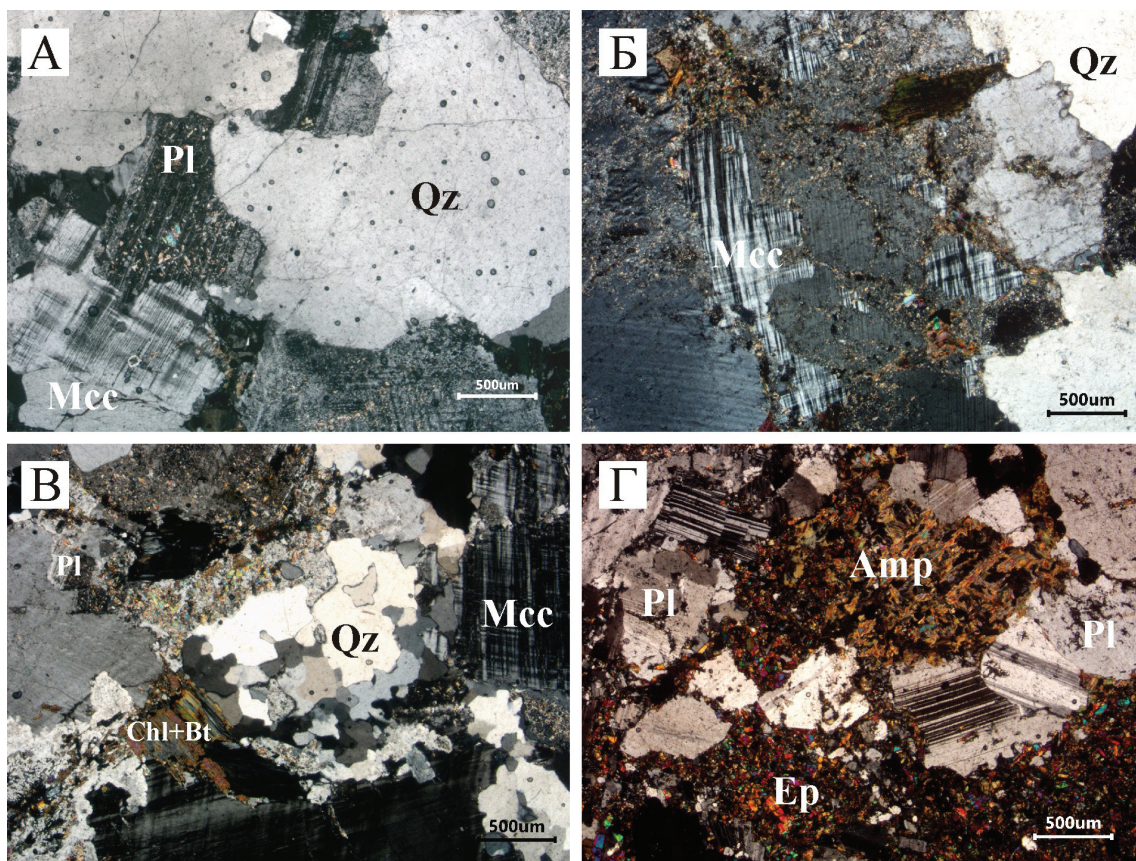


Рис. 3. Морфология породообразующих минералов в породах, слагающих гальку яйцевидной формы (фото николи скрещены): А – крупно-среднезернистый биотитовый гранит (шл. Т-15а), Б – среднезернистый биотитовый плагиогранит (шл. Т-24а), В – среднезернистый биотитовый лейкогранит (шл. Т-25а), Г – мелко-среднезернистый кварцевый диорит.

Fig. 3. Morphology of rock-forming minerals in rocks composing egg-shaped pebbles (photos of nichols crossed): А – coarse-medium-grained biotite granite (shl. T-15a), Б – medium-grained biotite plagiogranite (shl. T-24a), В – medium-grained biotite leucogranite (shl. T-25a), Г – fine-medium-grained quartz diorite.

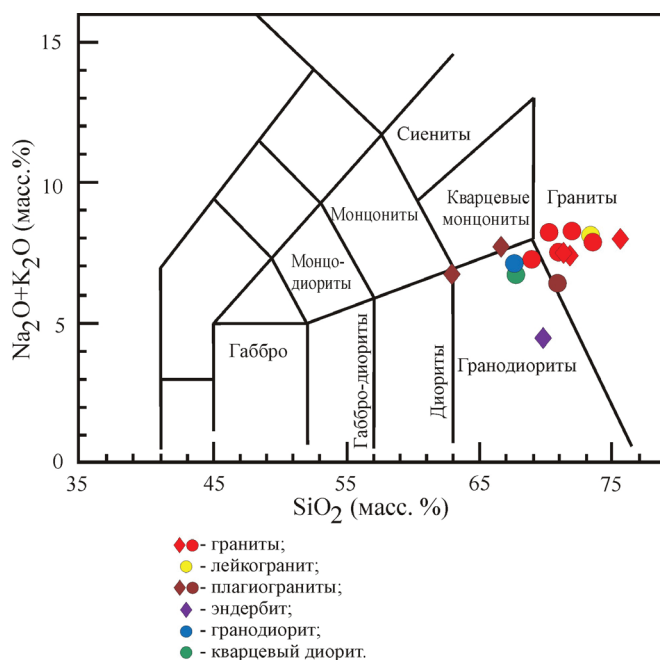


Рис. 4. TAS-диаграмма для магматических пород. Кругочками показаны анализы пород из яйцевидной гальки (по данным автора), ромбиками – анализы коренных пород (по данным из Козлов и др., 2006).

Fig. 4. TAS diagram for igneous rocks. Circles show analyses of rocks made of egg-shaped pebbles (according to the author), rhombuses show analyses of bedrock (according to data from Kozlov et al., 2006).

гиоклазу также развиваются минералы группы эпидота (2–3 %), а по биотиту – хлорит (до 3 %). Акцессорные минералы представлены апатитом, титанитом, алланит и цирконом.

Биотитовые плагиограниты – среднезернистые породы серого цвета массивной текстуры и гранитной структуры (рис. 3 Б), которые состоят из кварца (25–35 %), плагиоклаза (55–60 %), калиевого полевого шпата (2–5 %), биотита (5–8 %) и рудного минерала (1–2 %). Содержание мусковита в сильноизменённом плагиограните достигает 30 %, тогда как в слабоизменённой породе его содержание варьирует от 1 до 2 %. Содержание минералов группы эпидота составляет 1–2 %. Среди акцессорных минералов встречается апатит.

Кварцевые диориты представляют собой мелко-среднезернистые породы серого цвета с массивной структурой и гипидиоморфнозернистой структурой (рис. 3 Г). Породы сложены кварцем (5–15 %), плагиоклазом (48–65 %), калиевым полевым шпатом (1–2 %), клинопироксеном (от единичных зёрен до 8 %), биотитом (5–20 %), амфиболом (2–8 %) и рудным минералом (1–3 %). Среди вторичных минералов встречаются также мусковит (до 5 %), минералы группы эпидота (2–15 %), карбонат (2–3 %) и хлорит (1–2 %). Акцессорные минералы представлены апатитом и титанитом.

Биотитовый гранодиорит представляет собой массивную среднезернистую породу розоватого цвета с голубым кварцем и с гипидиоморфнозернистой структурой. Порода состоит из кварца (15 %), плагиоклаза (42–47 %), калиевого полевого шпата (20 %), биотита (10 %) и рудного минерала (1–2 %). В составе также присутствуют минералы группы эпидота (3–5 %), мусковит (3–5 %) и, в качестве акцессорного минерала, апатит.

Химический состав яйцевидной гальки

На TAS-диаграмме и бинарных вариационных диаграммах А. Харкера нанесены точки химических составов пород из яйцевидной гальки и для сравнения нанесены точки коренных пород западной и центральной частей Териберского сегмента Мурманского домена, взятые из работы (Козлов и др., 2006). На рисунке 4 видно, что коренные граниты Мурманского побережья, а также граниты и лейкогранит из яйцевидной гальки попадают в поле гранитов, за исключением одной точки анализа гранита из яйцевидной гальки, которая попала в поле гранодиоритов. Гранодиорит и кварцевый диорит из яйцевидной гальки и точка анализа эндербита из коренных пород так же попали в поле гранодиоритов. Плагиограниты коренных пород попали в поля кварцевых монцонитов и гранодиоритов, а плагиогранит из яйцевидной гальки – в поле гранитов.

На бинарных вариационных диаграммах А. Харкера (рис. 5) видно, что граниты и лейкограниты как яйцевидной гальки, так и из Териберско-Вороньинского сегмента отличаются от плаги-

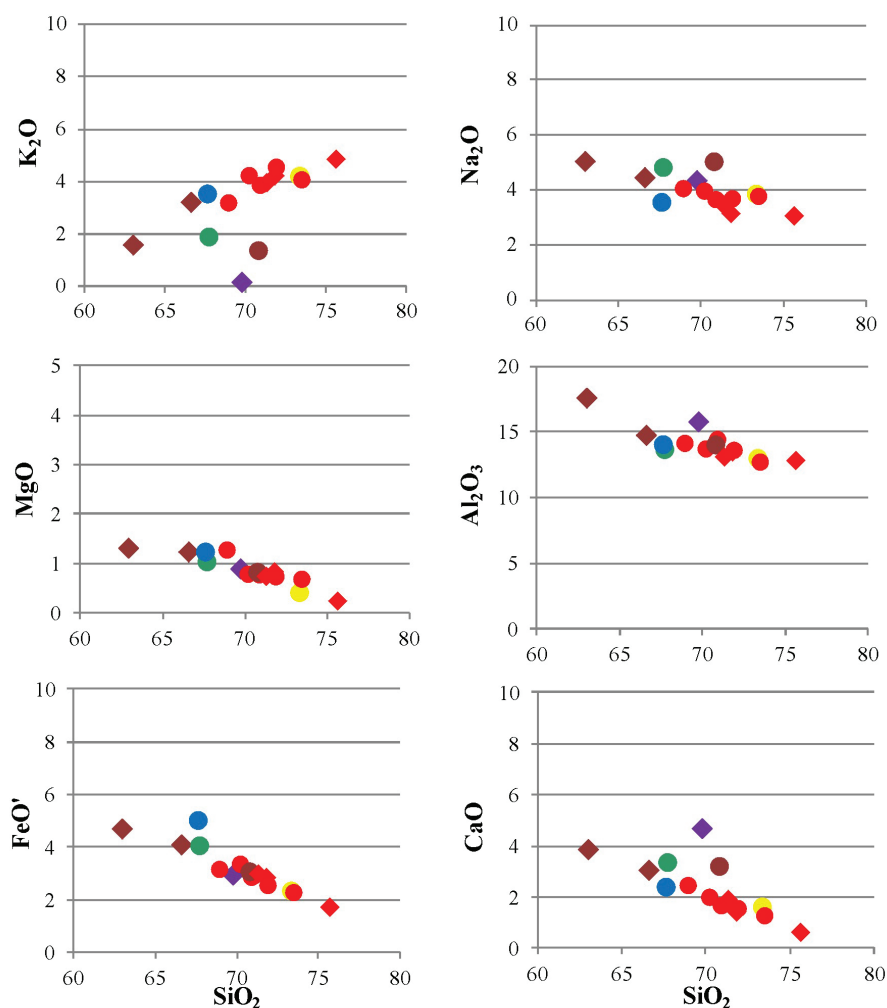


Рис. 5. Вариационные бинарные диаграммы А. Харкера. Кругочками показаны анализы пород из яйцевидной гальки, ромбиками – анализы коренных пород. Условные обозначения – см. на рис. 4.

Fig. 5. A. Harker's variational binary diagrams. Circles show analyses of rocks made of egg-shaped pebbles, rhombuses show analyses of bedrock. The symbols are shown in Fig. 4.

огранитов, гранодиоритов и кварцевых диоритов более высоким содержанием SiO_2 и K_2O , а также более низким содержанием MgO , CaO и FeO' . В целом можно сделать вывод, что по содержанию петрогенных элементов породы яйцевидной гальки практически не отличаются от коренных пород Мурманского побережья.

Выводы

Яйцевидная галька на каменном пляже в южной части губы Завалишина сложена гранитами, лейкогранитами, плагиигранитами, кварцевыми диоритами и гранодиоритами.

Сравнение химического состава яйцевидной гальки с коренными породами Териберско-Вороньинского сегмента Мурманского домена показало, что породы, слагающие яйцевидную гальку, по содержанию петрогенных элементов практически не отличаются от коренных пород. Из вышесказанного можно сделать вывод, что яйцевидная галька, вероятно, образуется в прибойной зоне из обломков разрушенных коренных пород в результате их истирания и окатывания под воздействием силы морских волн о породы ложа каньона, а уникальная яйцевидная форма гальки связана с упруго-анизотропными свойствами пород, как было показано ранее в работе (Мирошникова и др., 2020).

Литература

1. Козлов Н. Е., Сорохтин Н. О., Глазнев В. Н., Козлова Н. Е., Иванов А. А., Кудряшов Н. М., Мартынов Е. В., Тюремнов В. А., Матюшкин А. В., Осипенко Л. Г. Геология архея Балтийского щита. СПб. Изд-во: Наука. 2006. 329 с.
2. Мирошникова Я. А., Ковалевский М. В., Тришина О. М., Нерадовский Ю. Н. О возможной связи морфологии гальки в районе губы Завалишина с упруго-анизотропными свойствами слагающих её пород (экспериментальные данные) // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2020. № 17. С. 359–363. DOI: 10.31241/FNS.2020.17.068.
3. Нерадовский Ю. Н., Мирошникова Я. А., Компанченко А. А. О каменных пляжах Мурманского побережья Баренцева моря // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. № 16. С. 663–667. DOI: 10.31241/FNS.2019.16.136.
4. Нерадовский Ю. Н., Мирошникова Я. А., Компанченко А. А., Чернявский А. В. О террасах на берегу Териберской губы Баренцева моря (Кольский полуостров) // Вестник МГТУ. 2022. Т. 25. № 1. С. 38–49. DOI: 10.21443/1560-9278-2022-25-1-38-49.