

О. Ф. Сидельникова¹, Ю. А. Михайлова²

¹ Мурманский государственный технический университет, Апатиты, Россия

² Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕЗИСА ПОЙКИЛИТОВЫХ НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ ЛОВОЗЕРСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА

Аннотация

В составе Ловозерского щелочного массива присутствуют ксенолиты, сложенные разнообразными породами, которые выделяются исследователями в качестве самостоятельного комплекс-плутона II. Породы, составляющие данный комплекс, весьма разнообразны и имеют отличительные черты, благодаря которым можно восстановить их природу. В этой статье приведена петрографическая характеристика некоторых разновидностей пород данного комплекса и сделано предположение о их метасоматическом происхождении.

Ключевые слова:

Ловозерский щелочной массив, пойкилитовые нефелиновые сиениты, метасоматоз.

O. F. Sidelnikova¹, J. A. Mikhailova²

¹ Murmansk State Technical University, Apatity, Russia

² Geological Institute of FRC KSC RAS, Apatity, Russia

PETROGRAPHY AND PROBLEM OF GENESIS OF POIKILITIC NEPHELINE SYENITE OF THE LOVOZERO ALKALINE MASSIF

Abstract

The Lovozero Alkaline Massif contains bodies of various rocks which are identified by researchers as an individual complex-pluton II. The rocks of this complex are very diverse and have specific features thanks to which their nature can be restored. This article provides the petrography characteristic of some varieties of rocks of this complex and speculate about their metasomatic origin.

Keywords:

Lovozero Alkaline Massif, poikilitic nepheline syenite, metasomatism.

Ловозерский щелочной массив расположен в центральной части Кольского полуострова и представляет собой лакколитообразное тело (Буссен, Сахаров, 1967) возрастом 360–370 млн лет (Kramm, Kogarko, 1994). Контакт с вмещающими архейскими гнейсами резкий, и контактовые изменения наиболее интенсивно проявлены в интрузии (Власов и др., 1959). Площадь Ловозерского массива составляет 587 км², форма в плане близка к прямоугольнику со скругленными углами (Буссен, Сахаров, 1972).

Массив состоит из двух крупных комплексов — дифференцированного (внизу разреза) и эвдиалитового (наверху). Дифференцированный комплекс занимает 77 % объема массива (рис. 1) и представлен протяженными субгоризонтально залегающими слоями (ритмами) люавритов-фойяитов-уртитов. (Власов и др., 1959). Дифференцированный комплекс перекрыт монотонной толщей нефелиновых сиенитов (люавритов), обогащенных минералами группы эвдиалита — эвдиалитовым комплексом (рис. 1) (Буссен, Сахаров, 1972).

В составе Ловозерского массива присутствуют тела катаклазированных и метаморфизованных пород первой фазы внедрения, жильные и жилоподобные тела мурманитовых и других порфиroidных луювритов, комплекс щелочных лампрофиров, а также ксенолиты девонских вулканогенно-осадочных пород и архейских гнейсов и гранито-гнейсов (Буссен, Сахаров, 1967, 1972).

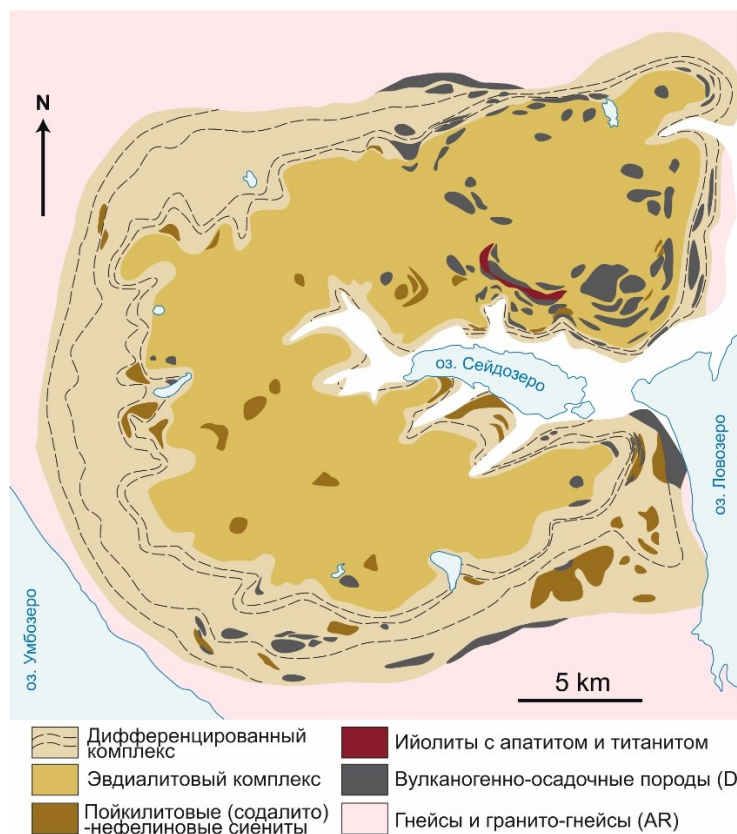


Рис. 1. Геологическая схема Ловозерского щелочного массива (по Буссен и Сахаров, 1972, с упрощениями)

Fig. 1. The geological scheme of the Lovozero Alkaline Massif (according to Bussen and Sakharov, 1972, simplified)

Важной особенностью Ловозерского массива является наличие многочисленных ксенолитов, сложенных комплексом пород (комплекс-плутон II, по Буссен и Сахарову (1972)), среди которых преобладают пойкилитовые (содалито)-нефелиновые сиениты. В этих породах зерна фельдшпатоидов включены в кристаллы калиевого полевого шпата, обуславливая необычную структуру — пойкилитовую. В состав комплекс-плутона II в подчиненном количестве также входят порфиroidные и неравномернoзернистые нефелиновые сиениты. Все эти разновидности связаны между собой постепенными переходами.

Данный комплекс пород исследователи традиционно относят к наиболее ранним щелочным образованиям массива. Исходная площадь, занимаемая этими породами, была примерно равна площади массива. Внедрение следующих фаз

(дифференцированного и эвдиалитового комплексов) привело к тому, что породы комплекс-плутона II были разбиты на отдельные ксенолиты (Буссен, Сахаров, 1967).

Пойкилитовые (содалито)-нефелиновые сиениты образуют округлые, линзо- и реже жилообразные тела. Границы тел отчетливы и резки (рис. 2, а, б).

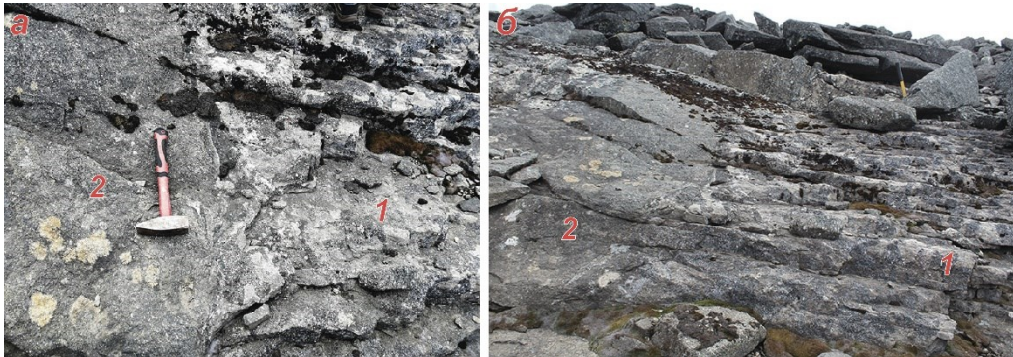


Рис. 2. Контакт пойкилитовых (содалито)-нефелиновых сиенитов (1) и вмещающих пород эвдиалитового комплекса (2)

Fig. 2. Contact of poikilitic (sodalite)-nepheline syenite (1) and host rocks of the eudialyte complex (2)

На рисунке 2, а лужавриты существенно обогащены эвдиалитом, а в 10 см от контакта присутствуют мономинеральные эгириновые прослои. На представленном участке обтекание контакта трахитоидностью лужавритов проявлено слабо. Однако случаи отчетливого обтекания были отмечены в пределах гнездовых тел пойкилитовых (содалито)-нефелиновых сиенитов диаметром до 80 см (рис. 3).



Рис. 3. Тело пойкилитовых (содалито)-нефелиновых сиенитов среди эвдиалитовых лужавритов

Fig. 3. The body of poikilitic (sodalite)-nepheline syenite among eudialyte-rich lujavrite

Породы комплекс-плутона II весьма разнообразны и присутствуют внутри дифференцированного и эвдиалитового комплексов в виде ксенолитов. В этой статье приведена характеристика пород из двух ксенолитов, расположенных в толще пород эвдиалитового комплекса. Материалом для исследования послужил керн скважин, пробуренных в районе горы Аллуайв.

Для петрографической классификации пород применена классификация QAPF Международного союза геологических наук [Le Maitre, 2002]. Использовались модальные соотношения следующих составляющих: А — калиевый полевой шпат и альбит, F — фельдшпатоиды, M' — темноцветные минералы.

В изученных породах $A = 50\text{--}70\%$, $F = 15\text{--}35\%$ и $M' = 10\text{--}25\%$. Из приведенных соотношений следует, что породы относятся к фойдолитам (ийолитам) и нефелиновым сиенитам (фойяитам). В породах первого ксенолита диагностирована пойкилитовая структура, обусловленная присутствием кристаллов калиевого полевого шпата с включениями фельдшпатоидов (рис. 4, а, б). Калиевый полевой шпат представлен идиоморфными таблитчатыми зернами размером до 2–3 см с крупными пертитовыми вростками альбита (также встречаются криптопертиты). Нередко альбит образует самостоятельные зерна до 3 мм. Учитывая взаимоотношения и коррозионные границы с зернами других минералов можно предположить, что породы претерпели альбитизацию (рис. 4, в, г).

Фельдшпатоиды в данных породах представлены нефелином и содалитом. Нефелин образует квадратные и изометричные зерна (рис. 4, д, е) неправильной формы размером от 0,1 до 12 мм, иногда содержит внутри зерна содалита. В некоторых случаях по периферии зерен присутствуют каймы пластинчатых сростков минерала из группы цеолита.

Содалит, в свою очередь, также образует изометричные зерна размером от 0,7 мм до 10 мм. Кроме того, отмечены изгибающиеся зерна с неровными краями (рис. 4, д, е). В интерстициях между зернами нефелина, содалита и калиевого полевого шпата развивается эгирин в виде отдельных призматических индивидов и веерообразных сростков, размер которых составляет порядка 3–6 мм.

Породы второго ксенолита похожи на породы первого, но присутствуют некоторые особенности, которые все же в значительной степени отличают их. Первое отличие заключается в присутствии реликтов диопсида и авгита (рис. 5, а) — кальциевых пироксенов, которые в Ловозерском массиве встречаются только в вулканогенно-осадочных породах ловозерской свиты (базальтах, их туфах и туффитах). Во-вторых, пойкилитовая структура этих пород сформировалась в результате метасоматоза (нефелинизации).

Акцессорная минерализация в породах второго ксенолита приурочена к эгирину и представлена следующими минералами: паракелдышит, титанит, ильменит, циркон, бадделит, фторapatит и минералы группы эвдиалита. Перечисленные минералы образуют (поли)зональные сегрегации (Михайлова и др., 2019). Например, в породах отмечен циркон, обрастающий паракелдышитом (рис. 5, б), что указывает на нарастании щелочности. Примечательно то, что подобный набор акцессорных минералов упоминается у И. В. Буссена и А. С. Сахарова (1972) в качестве характерной минерализации для всех пород комплекс-плутона II: циркон, титанит, ильменит, эвдиалит, энигматит, астрофиллит и келдышит. Но циркон, титанит и ильменит — минералы миаскитовой ассоциации, в то время как эвдиалит, энигматит, астрофиллит и келдышит — агпайтовой (Marks et al., 2011). Такой набор минералов не мог одновременно образоваться в ходе какого-то одного процесса и, скорее всего, является признаком щелочного метасоматоза.

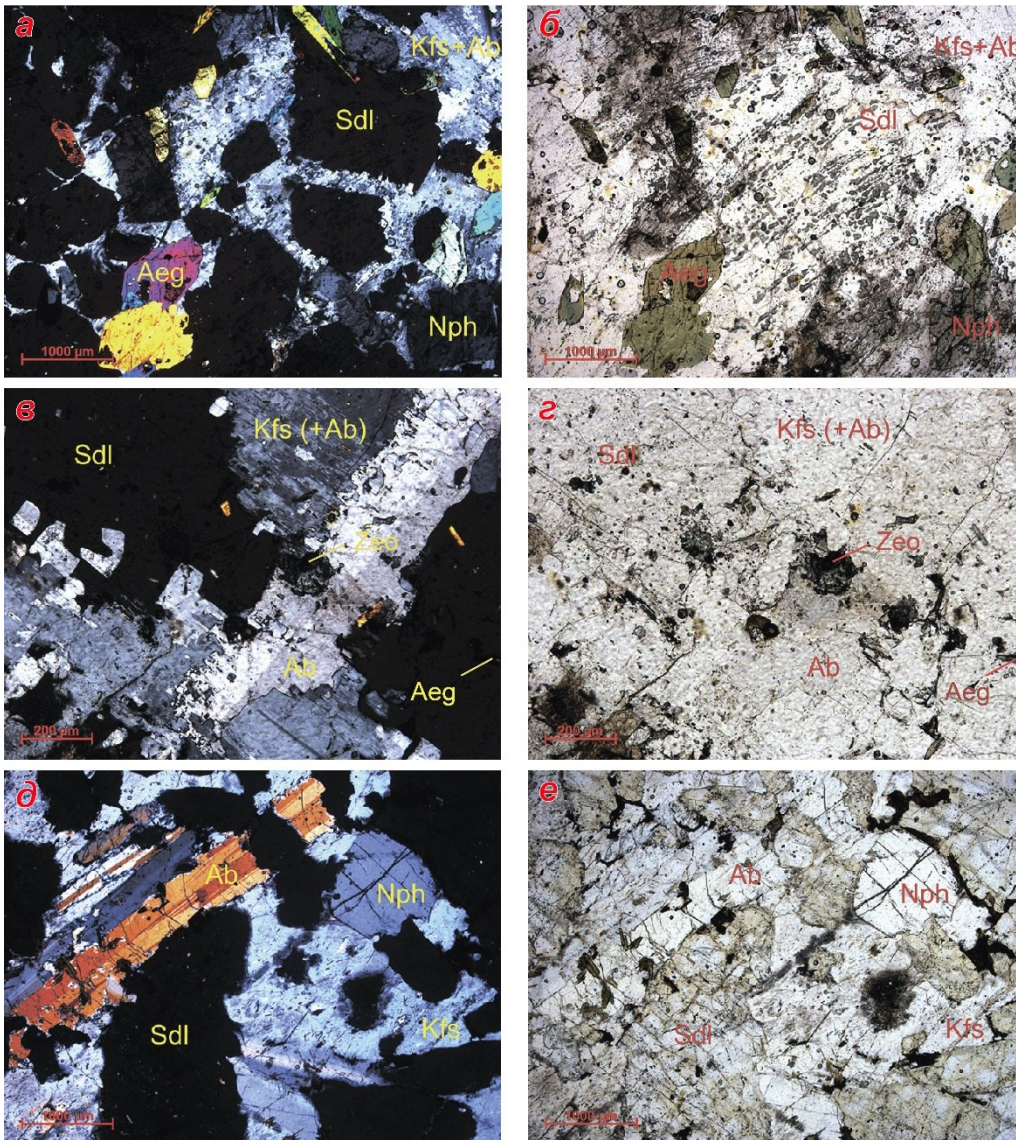


Рис. 4. Фото комбинированных шлифов 154/163 и 154/153 в проходящем свете, слева — с анализатором, справа — без анализатора:

a, б — участок крупного зерна полевого шпата — пойкилитовая структура;

в, г — альбитизация калиевого полевого шпата; *д, е* — включения содалита и нефелина в альбитизированном калиевом полевым шпате.

Ab — альбит, Aeg — эгирин, Kfs — калиевый полевой шпат, Nph — нефелин, Sdl — содалит, Zeo — цеолит

Fig. 4. Photos of thin polished sections 154/163 and 154/153 in transmitted light, on the left — with the analyzer, on the right — without the analyzer:

a, б — section of coarse grain of alkali feldspar — poikilitic texture;

в, г — albitization of alkali feldspar; *д, е* — inclusions of sodalite and nepheline in albitized alkali feldspar. Ab — albit, Aeg — aegirine, Kfs — alkali feldspar,

Nph — nepheline, Sdl — sodalite, Zeo — zeolite

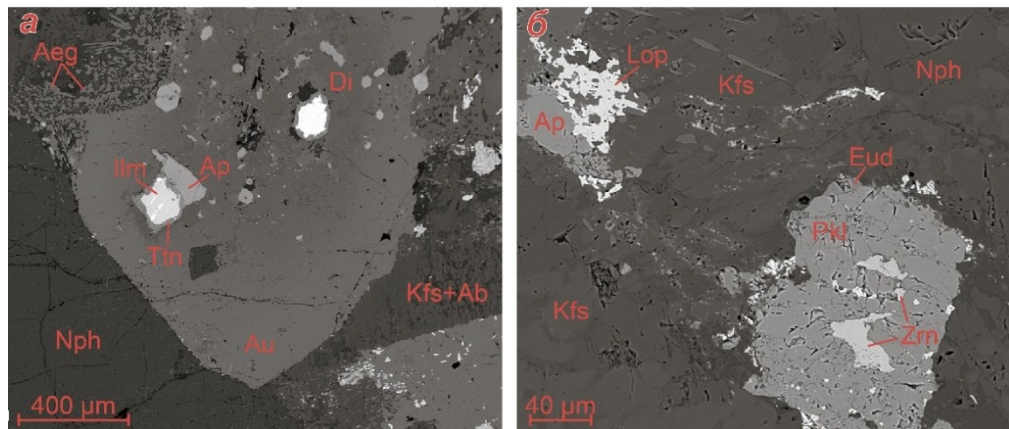


Рис. 5. Фото комбинированных шлифов в обратном рассеянных электронах (фото Я. А. Пахомовского, ГИ КНЦ РАН):

a — реликты диопсида и авгита в образце 156/77; *б* — кайма паракелдышита и эвдиалита вокруг циркона в образце 156/89. Ab — альбит, Aeg — эгирин, Ap — фторапатит, Au — авгит, Di — диопсид, Eud — минерал группы эвдиалита, Ilm — ильменит, Kfs — калиевый полевой шпат, Lop — лопарит, Nph — нефелин, Pkl — паракелдышит, Ttn — титанит, Zrn — циркон

Fig. 5. BSE-image (Ya. A. Pakhomovsky, GI KSC RAS):

a — relicts of diopside and augite in sample 156/77; *б* — accessory minerals in sample 156/89. Ab — albite, Aeg — aegirine, Ap — fluorapatite, Au — augite, Di — diopside, Eud — mineral of the eudialyte group, Ilm — ilmenite, Kfs — alkali feldspar, Lop — loparite, Nph — nepheline, Pkl — parakeldyshite, Ttn — titanite, Zrn — zircon

Пойкилитовый полевой шпат, характерный для пород комплекс-плутона II Ловозерского массива, является также породообразующим минералом рисчорритов Хибинского массива (рис. 6, *a*, *б*). В этих породах крупные (до 20 см) изометричные пойкилокристаллы ортоклаза с включениями нефелина, кальсилита и темноцветных минералов располагаются в мелко-среднезернистой массе идиоморфных зерен нефелина. Последние сцементированы, главным образом, эгирином и калийарфведсонитом (Иванюк и др., 2009).

Генезис рисчорритов был весьма неоднозначным. Комплекс рисчорритов рассматривался с позиции двух субфаз, следовавших одна за другой, с последующим формированием двух интрузий — кольцевой и неполнокольцевой, составляя в общем объеме сложный интрузивный комплекс вблизи центральной части Хибинского массива (Галахов, 1959). Однако И. П. Тихоненков, проведя детальные минералогические исследования, установил, что данные породы образовались в результате K–Si-метасоматоза с формированием зон альбитизации (Тихоненков, 1963). Рисчорриты характеризуются наличием таких акцессорных минералов как эвдиалит, лампрофиллит и ломоносвит, которые могут быть приняты в качестве индикаторов геохимической специфики эволюции метасоматических процессов, а также характера первоначального субстрата (Агеева, 2002). Рисчорриты Хибинского массива — аналоги пойкилитовых нефелиновых сиенитов Ловозерского массива с позиции минерального состава и структуры.

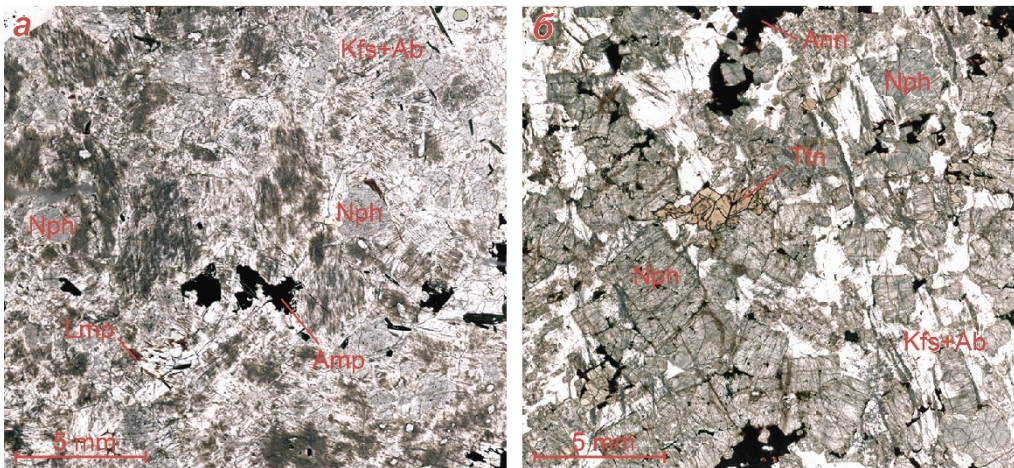


Рис. 6. Фото комбинированных шлифов КН-57 (а) и КН-132 (б). Пойкилитовая структура в рисчорритах Хибинского массива:

Ab — альбит; Amp — амфибол; Ann — аннит; Kfs — калиевый полевой шпат;
Lamp — лампрофиллит; Nph — нефелин; Ttn — титанит

Fig. 6. Photos of thin polished sections КН-57 (a) and КН-132 (б). Poikilitic texture in rischorrite from Khibyna Massif:

Ab — albite, Amp — amphibole, Ann — annite, Kfs — K-feldspar,
Lamp — lamprophyllite, Nph — nepheline, Ttn — titanite

На основании изучения пород из ксенолитов в пределах эвдиалитового комплекса в районе горы Аллуайв можно предположить, что развитые здесь пойкилитовые (содалито)-нефелиновые сиениты — метасоматиты с разными протолитами. Эти породы требуют внимания для детального изучения с целью решения проблемы их происхождения.

Литература

Агеева О. А. Типоморфизм акцессорных минералов и эволюция минералообразования в породах комплекса рисчорритов: Хибинский массив: дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2002. 187 с.

Буссен И. В., Сахаров А. С. Геология Ловозерских тундр. Л.: Наука, 1967. 125 с.

Буссен И. В., Сахаров А. С. Петрология Ловозерского щелочного массива. Л.: Наука, 1972. 296 с.

Власов К. А., Кузьменко М. В., Еськова Е. М. Ловозерский щелочной массив. М.: Изд. АН СССР, 1959. 624 с.

Галахов А. В. Рисчорриты Хибинского щелочного массива. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1959.

Иванюк Г. Ю., Горяинов П. М., Пахомовский Я. А., Коноплева Н. Г., Яковенчук В. Н., Базай А. В., Калашников А. О. Самоорганизация рудных комплексов. Синергетические принципы прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых. М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС, 2009. 392 с.

Михайлова Ю. А., Пахомовский Я. А., Калашиников А. О., Яковенчук В. Н., Базай А. В., Иванюк Г. Ю. Циркониевая минерализация в аповулканитовых метасоматитах Ловозерского щелочного массива // Труды XVI Всероссийской (с международным участием) Фермановской научной сессии. 2019. № 16. (В печати).

Тихоненков И. П. Нефелиновые сиениты и пегматиты северо-восточной части Хибинского массива и роль постмагматических явлений в их формировании. М.: Изд. АН СССР, 1963. 246 с.

Kramm, U.; Kogarko, L. N. Nd and Sr isotope signatures of the Khibina and Lovozero agpaite centres, Kola Alkaline province, Russia // Lithos. 1994. 32. P. 225–242.

Le Maitre, R. W. (Ed.) Igneous Rocks. A Classification and Glossary of Terms. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 236 p.

Marks M. A. W. et al. The mineralogical diversity of alkaline igneous rocks: critical factors for the transition from miaskitic to agpaite phase assemblages // Journal of Petrology. 2011. Vol. 52, No. 3. P. 439–455.

Сведения об авторах

Сидельникова Ольга Федоровна

студентка МГТУ (Апатиты), olga.sidelnikova97@gmail.com

Михайлова Юлия Александровна

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, ГИ ФИЦ КНЦ РАН, ylya_korchak@mail.ru

Sidelnikova Olga Fedorovna

Student, MSTU (Apatity), olga.sidelnikova97@gmail.com

Mikhailova Julia Alexandrovna

PhD (Geology & Mineralogy), Senior Researcher, Geological Institute of FRC KSC RAS, ylya_korchak@mail.ru

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.032

УДК 502.5

З. И. Слуковский^{1, 2}, А. В. Гузева³

¹ Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

² Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия

³ Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

ПОИСК ТЕХНОГЕННЫХ ЧАСТИЦ В СНЕГЕ ГОРОДА МУРМАНСКА (ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ)

Аннотация

Тяжелые металлы и их соединения являются одними из опаснейших загрязнителей окружающей среды. Комплексное эколого-геохимическое исследование состояния водных объектов города Мурманска требует анализа содержания тяжелых металлов в различных природных средах. В данной работе исследуется морфология и химический состав техногенных частиц снежного покрова оз. Среднего, расположенного в пределах города. Сделаны предварительные выводы об источнике поступления техногенных частиц в водный объект.

Ключевые слова:

малые озера, тяжелые металлы в снеге, техногенные частицы, Мурманск.