



Декабрь 2017 г., № 12 (276)

Вестник



Института геологии Коми научного центра УрО РАН
Научно-информационное издание, основанное академиком Н. П. Юшкиным в 1995 г.

Содержание

Научные статьи

Типоморфные признаки цирконов как критерий для расчленения и корреляции гранитоидов (на примере северной части Приполярного Урала)
Ю. И. Пыстина, Ю. В. Денисова, А. М. Пыстин..... 3

Возраст монцодиорит-порфиров из поздней дайковой фазы Конгорского массива (Полярный Урал) по результатам U-Pb (sims)-датирования цирконов
И. Д. Соболев, А. А. Соболева, Д. А. Варламов..... 16

Магнитные аномалии зоны сочленения северо-восточной части Волго-Уральской антеклизы и Вычегодского прогиба
Н. В. Конанова, В. В. Удоратин, А. Ш. Магомедова..... 25

Геолого-структурные и петрологические особенности дайковых и жильных пород Каменушинского массива (Средний Урал)
А. М. Минибаев, Е. Л. Котова..... 31

Обеспечение экологической безопасности при обращении с отходами на нефтяных месторождениях
О. А. Конык..... 39

Хроника, события, факты

Новый выпуск специалистов-бакалавров и магистров геологии..... 42

Будущее за технологиями..... 45

Международное сотрудничество вузовских и академических наук..... 46

Наука с размахом: от мантийного алмаза до углеродных звезд (к 50-летию Т. Г. Шумиловой)..... 47

Первая аспирантка академика Н. П. Юшкина (к юбилею Г. Е. Юшковой)..... 48

Геолог с купеческими корнями (памяти Н. В. Суханова)..... 49

Хранитель каменного богатства музея (к юбилею Л. Р. Ждановой)..... 50

Указатель материалов, опубликованных в Вестнике в 2017 году..... 51

Авторский указатель..... 55

«Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН» приглашает вас в 2018 году в новую рубрику «Арктический вектор геологических исследований» с научными статьями и краткими сообщениями.

С новым, 2018 годом!

Дорогие друзья, коллеги! С Новым годом вас!
Пусть он будет для всех счастливым и радостным,
откроет новые перспективы. Удачи во всех начинаниях!
Благополучия и процветания!

Главный редактор журнала «Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН»
академик А. М. Асхабов



Главный редактор А. М. Асхабов, зам. главного редактора О. Б. Котова,
ответственный секретарь Т. М. Безносова, тех. редактор Г. Н. Каблис, зав. редакцией Т. А. Некучаева

Редакционный совет — 2017:

А. И. Антошкина, Сыктывкар, Россия
М. А. Т. М. Брокманс, Тронхейм, Норвегия
И. Н. Бурцев, Сыктывкар, Россия
Д. А. Бушнев, Сыктывкар, Россия
Ю. Л. Войтеховский, Апатиты, Россия
А. Д. Гвишиани, Москва, Россия
Н. Н. Герасимов, Сыктывкар, Россия
И. В. Козырева, Сыктывкар, Россия
М. Комак, Любляна, Словения
Р. И. Конеев, Ташкент, Узбекистан
В. А. Коротеев, Екатеринбург, Россия

С. В. Кривовичев, Санкт-Петербург, Россия
С. К. Кузнецов, Сыктывкар, Россия
М. Мартинс, Ору-Прету, Бразилия
Т. П. Майорова, Сыктывкар, Россия
Ж. К. Мелгарехо, Барселона, Испания
Ф. Мон, Пекин, Китай
П. Мянник, Таллин, Эстония
А. М. Пыстин, Сыктывкар, Россия
К. М. Соджа, Гамильтон, Нью-Йорк, США
О. В. Удоратина, Сыктывкар, Россия
М. А. Федонкин, Москва, Россия



December, No 12 (276), 2017

Vestnik

Institute of Geology of Komi Science Center of Ural Branch RAS

Scientific information edition founded by Academician N. P. Yushkin in 1995

Content

Scientific articles

Typomorphologic characteristics of zircon as a criterion for subdivision and correlation of granitoids (on an example of the northern part of the Subpolar Urals)

Yu. I. Pystina, Yu. V. Denisova, A. M. Pystin..... 3

Age of monzodiorite porphyries from the late dike phase of the kongor pluton (the Polar urals) according to the results of U-Pb (SIMS) dating of zircons

I. D. Sobolev, A. A. Soboleva, D. A. Varlamov..... 16

Magnetic anomalies of the adjacent zone of the northeastern part of the Volga-Ural anteclise and the Vychegda trough

N. V. Konanova, V. V. Udoratin, A. Sh. Magomedova 25

Geological structural and petrological features of dykes and vein rocks of the Kamenushinsky massif (Middle Urals)

A. M. Minibaev, E. L. Kotova..... 31

Dedicated to the year of ecology Ensuring environmental safety in the management of waste from oil fields

O. A. Konyk..... 39

Chronicle, events, facts

New graduates-bachelors and masters of geology..... 42

Future belongs to technology 45

International cooperation of university and academic sciences 46

Science spreading from mantle diamond to carbon stars (T. G. Shumilova's jubilee) 47

The first postgraduate student of academician N. P. Yushkin (G. E. Yushkova's jubilee)..... 48

Geologist with merchant roots (remembering N. V. Sukhanov)..... 49

Keeper of stone riches of the museum (L. R. Zhdanova's jubilee) 50

«Vestnik IG Komi SC UB RAS» invites you in 2018 to a new section
«Arctic Vector of Geological Researches» with your scientific papers and reports.

Seasonal Greetings and Happy 2018 Year!

Dear friends and colleagues! Warmest wishes for New Year!
May this year be happy and joyful, open new prospects
for you. Good luck for all your undertakings!
I wish you well-being and prosperity!

Chief Editor, Academician of RAS A. Askhabov



Chief Editor A. M. Askhabov, Deputy Chief Editor O. B. Kotova,

Executive Editor T. M. Beznosova, Technical Editor G. N. Kablis, Managing Editor T. A. Nekuchaeva

2017 Editorial Board:

Anna I. Antoshkina, Syktyvkar, Russia
Maarten A.T.M. Broekmans, Trondheim, Norway
Igor N. Burtsev, Syktyvkar, Russia
Dmitry A. Bushnev, Syktyvkar, Russia
Yury L. Voytekhevsky, Apatity, Russia
Alexey D. Gvishiani, Moscow, Russia
Nikolay N. Gerasimov, Syktyvkar, Russia
Irina V. Kozyreva, Syktyvkar, Russia
Marko Komac, Ljubljana, Slovenia
Rustam I. Koneev, Tashkent, Uzbekistan
Viktor A. Koroteev, Ekaterinburg, Russia

Sergey V. Krivovichev, Saint Petersburg, Russia
Sergey K. Kuznetsov, Syktyvkar, Russia
Maximiliano de Souza Martins, Ouro Preto, Brazil
Tatyana P. Mayorova, Syktyvkar, Russia
Joan Carles Melgarejo, Barcelona, Spain
Fancong Meng, Beijing, China
Peep Mannik, Tallinn, Estonia
Alexander M. Pystin, Syktyvkar, Russia
Constance M. Soja, Hamilton, NY, USA
Oksana V. Udoratina, Syktyvkar, Russia
Mikhail A. Fedonkin, Moscow, Russia



ТИПОМОРФНЫЕ ПРИЗНАКИ ЦИРКОНОВ КАК КРИТЕРИЙ ДЛЯ РАСЧЛЕНЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИИ ГРАНИТОИДОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА)

Ю. И. Пыстина, Ю. В. Денисова, А. М. Пыстин

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

yuliya_pystina@mail.ru

На основе результатов изучения типоморфных особенностей цирконов из гранитов разных массивов северной части Приполярного Урала и данных генерационного анализа подтверждено представление о принадлежности пород к трем разновозрастным гранитоидным комплексам: раннепротерозойскому николайшорскому, средне-, позднерифейскому кожимскому (маньхамбовскому) и вендско-раннекембрийскому сальнеро-маньхамбовскому (сальнерскому). Они отличаются между собой набором морфотипов цирконов, имеющих определенные генетические и генерационные признаки, а также распределением элементов-примесей.

Результаты изучения цирконов подтверждают геологические данные о том, что наиболее глубинными по условиям кристаллизации являются граниты николайшорского комплекса, изофациальные метаморфическим породам амфиболитовой фации умеренных давлений, а наименее глубинными — граниты кожимского (маньхамбовского) комплекса, уровень становления которых определяется мощностью вмещающих отложений пуйвинской свиты — около 1.5 км.

Приведенные в статье данные демонстрируют широкие возможности использования аксессуарных цирконов для решения вопросов петрогенезиса, корреляции и других задач магматической геологии.

Ключевые слова: Приполярный Урал, комплекс, массив, гранит, циркон, морфотип, генерационный анализ.

TYPOMORPHIC CHARACTERISTICS OF ZIRCON AS A CRITERION FOR SUBDIVISION AND CORRELATION OF GRANITOIDS (ON AN EXAMPLE OF THE NORTHERN PART OF THE SUBPOLAR URALS)

Yu. I. Pystina, Yu. V. Denisova, A. M. Pystin

Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch of RAS, Syktvykar.

We confirmed the idea that the species belonged to three granitoid complexes of different age: Early Proterozoic Nikolaihsor, Middle-Late Riphean Kozhim (Manhambo) and Vendian-Early Cambrian Salner-Manhambo (Salner) based on the study of morphological features of zircons from granites of different massifs from the Northern Subpolar Urals and on the generation analysis data. They differ by the set of morphological types of zircons with specific genetic and generational characteristics and distribution of impurity elements.

The results of zircon study confirm geological data that the deepest rocks by crystallization conditions are Nikolaihsor complex granites, which are isofacial metamorphic rocks of amphibolite facies of moderate pressure, and less deep rocks — kozhim (Manhambo) complex granites, which formation level is determined by the thickness of enclosing puyvinskaya suite — about 1.5 km.

These data demonstrate wide possibilities of use of accessory zircon to solve problems of genesis, correlation and other problems of magmatic geology.

Keywords: Subpolar Urals, complex, massif, granite, zircon, morphotype, generation analysis.

Введение

Для цирконов из гранитоидов характерно большое разнообразие форм и внутреннего строения кристаллов, богатая цветовая гамма, наличие минеральных и газовой-жидких включений. Благодаря разнообразию морфологических особенностей и устойчивости циркона к наложенным процессам преобразования магматических пород он широко используется для расчленения и корреляции гранитоидов, для установления физико-химических условий их формирования и для определения изотопного возраста.

Наиболее полные сведения о морфологических особенностях цирконов из гранитов и других изверженных пород Тимана и севера Урала, и в том числе Приполярного Урала, приводятся в монографии М. В. Фишмана и его коллег [19]. Первая попытка использовать типоморфные особенности цирконов для разделения разновозрастных гранитоидных комплексов была предпринята в наших предыдущих работах [5, 16 и др.]. В последние годы собран дополнительный мате-

риал по гранитам северной части Приполярного Урала. Получены новые геохронологические данные, позволяющие более точно оценить возрастную позицию конкретных гранитных массивов. То есть созданы новые геолого-геохронологические предпосылки для решения вопросов расчленения и корреляции гранитоидных комплексов, в том числе и минералогическими методами.

В первой части статьи проанализировано состояние вопроса о геологической позиции и возрасте гранитов Приполярного Урала. Показано, что имеющийся на сегодняшний день фактический материал не противоречит представлению о том, что гранитные массивы на рассматриваемой территории можно объединить в три разновозрастных комплекса: раннепротерозойский — николайшорский, средне-, позднерифейский — кожимский и вендско-раннекембрийский — сальнеро-маньхамбовский (или сальнерский).

Во второй части статьи дается характеристика типоморфных особенностей и приводятся результаты ге-

нерационного анализа цирконов из пород ряда массивов, представляющих все три комплекса гранитоидов. На основе изучения и сравнительного анализа выделенных генераций цирконов установлены специфические типоморфные особенности этого минерала в породах разных массивов, относящихся к разным гранитоидным комплексам. Результаты проведенных исследований позволили получить определенные критерии для расчленения и корреляции гранитов рассматриваемой территории, новую аргументацию в пользу наличия здесь трех разных комплексов гранитоидов и некоторые дополнительные данные об условиях их образования.

Геологическая позиция и возраст гранитов

Гранитные массивы на Приполярном Урале приурочены исключительно к комплексам доуралид (рис. 1). Одни из них (Николайшорский, Игшорский, Балашовский и др.) располагаются в пределах сильно эродированных нижнепротерозойских образований няртинского гнейсомигматитового комплекса. Они имеют гнейсовидную текстуру и сопровождаются ореолами мигматитов. Для других гранитоидных массивов (Кожимский, Кузьпуауский, Хатамба-Лапчинский, Бадьяуский и др.) вмещающими являются рифейские отложения. Из них одни массивы вытянуты в соответствии с очертаниями Хобеинского гнейсомигматитового купола, другие имеют секущие взаимоотношения с вмещающими породами и контролируются разрывными нарушениями. Текстура гранитов преимущественно массивная, структура — средне- и мелкокристаллическая.

Пространственная связь гнейсовидных гранитов с высокотемпературными метаморфическими породами няртинского комплекса послужила в свое время основанием для их выделения в николайшорский гранито-гнейсовый комплекс раннепротерозойского возраста [7]. Полученные в последние 10–15 лет геохронологические данные пока не дали однозначного ответа на вопрос об истинном возрасте этих пород. Основываясь на U-Pb-датах, полученных по единичным зернам цирконов, А. А. Соболева и ее соавторы [2] пришли к выводу, что образование гранитов в ядерной части Хобеинской антиклинали (т. е. в контурах няртинского гнейсомигматитового комплекса) происходило в интервале 640–520 млн лет. Установленный нами возраст цирконов [13] из гранитов Николайшорского массива — (606 ± 3) млн лет — находится в этом же интервале, что подтверждает факт проявления высокотемпературных эндогенных процессов на Приполярном Урале на рубеже протерозоя и палеозоя. Однако, на наш взгляд, это не означает, что процессы гранитообразования в нижнепротерозойской части разреза ограничивались этими возрастными значениями. Как известно, породы няртинского комплекса, вмещающего Николайшорский и другие аналогичные ему массивы (Игшорский, Балашовский, Амбаршорский, Лавкашорский, Свободненский), претерпели несколько этапов высокотемпературного метаморфизма начиная с 2.12 млрд лет [15]. Маловероятно, что метаморфические процессы, проявившиеся в допозднерифейское время, не сопровождались формированием автохтонных и параавтохтонных гранитов. В связи с этим, как мы уже отмечали ранее [14], счи-

таем важным обратить внимание на U-Pb-возраст единичного зерна циркона — 1756 млн лет, полученный по породам Лавкашорского массива [2], который практически совпадает с U-Pb-датировками цирконов так называемого мигматитового типа — $(1748 \pm 12, 1748 \pm 14)$ млн лет — из мигматизированных метаморфических пород няртинского гнейсомигматитового комплекса в обрамлении гранитов, аналогичных николайшорским [13].

Таким образом, геологическое положение гранито-гнейсовых тел в совокупности с наличием реликтовых раннепротерозойских датировок, включая возрастные значения по цирконам из мигматитов (тоже магматических цирконов, так как их образование связано с появлением силикатного расплава), имеет все предпосылки для выделения раннепротерозойского николайшорского гранитоидного комплекса в понимании авторов упомянутой выше схемы [7].

Гранитные массивы, залегающие среди рифейских отложений Приполярного Урала, либо объединяются в единый сальнеро-маньхамбовский комплекс поздне-рифейско-вендского (кембрийского) возраста, либо подразделяются на два разновозрастных комплекса: кожимский ($RF_2?$) и сальнеро-маньхамбовский (RF_3-V или $V-C_1$). Геологическое обоснование для выделения самостоятельного кожимского гранитоидного комплекса, более древнего, чем сальнеро-маньхамбовский, дано Б. А. Голдиным [3, 4], который отнес его к среднерифейскому возрастному уровню. Основанием для такого заключения послужило обнаружение в отложениях хобеинской свиты верхнего рифея продуктов разрушения этих пород [8, 18]. Наличие метариолитов и кислых метатифов в разрезе среднерифейской пуйвинской свиты [20] позволило Б. А. Голдину и его коллегам [4] рассматривать кожимские граниты в составе риолит-гранитной формации.

Из многочисленных массивов, которые упомянутые исследователи включили в состав кожимского комплекса (или кожимской риолит-гранитной формации), по геологическим критериям (их положению в дохобеинской части верхнекембрийского разреза) к данному комплексу могут быть отнесены только некоторые. В северной части Приполярного Урала наиболее «перспективным» объектом для включения в состав кожимского комплекса является межпластовое тело гранитов, залегающее в отложениях пуйвинской свиты в бассейне ручьев Понью, Осею и Епкошор (притоки р. Кожим в ее верхнем течении), за которым мы предлагаем сохранить название «Кожимский массив» [13]¹. В плане граниты картируются как разрозненные субшироко вытянутые пластообразные линзы, ориентированные согласно с простираем вмещающих толщ (рис. 1). «Гранитные линзы» в структурном отношении приурочены к ядрам антиклинальных складок и ассоциируются с хлорит-серицитовыми сланцами, переслаивающимися с кварцитами. Кварциты же, как известно, занимают нижнее положение в разрезе пуйвинской свиты и выделяются в базальную ошизскую толщу. Эти разроз-

¹Обычно к Кожимскому массиву относился также гранитный штوك, расположенный севернее, в бассейне р. Кузьпуау (левому притоку р. Кожим), в ее нижнем течении, который мы предлагаем выделить в самостоятельный массив — Кузьпуауский [6].

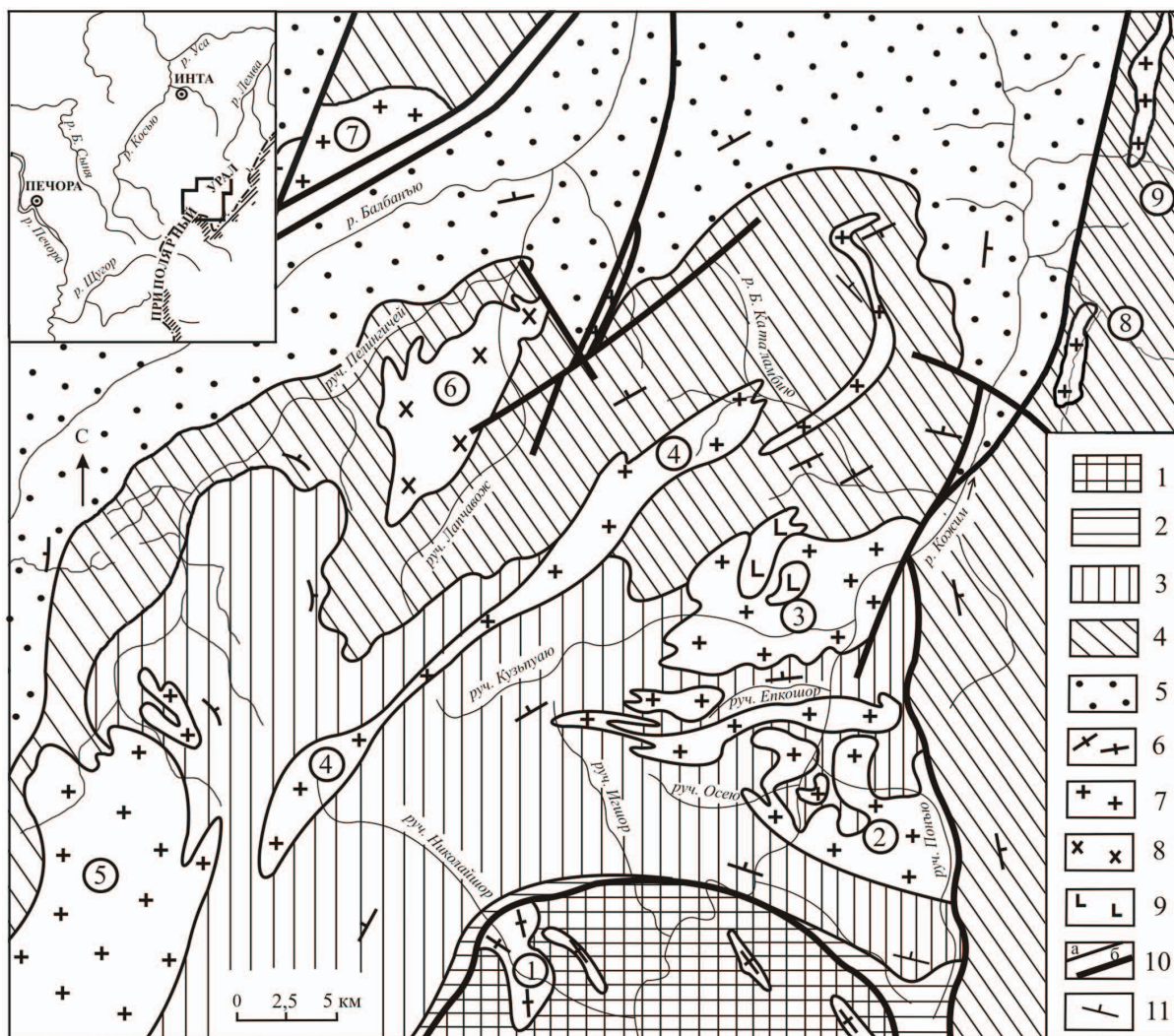


Рис. 1. Схема геологического строения северной части Приполярного Урала:

1 — няртинский гнейсовый комплекс (PR_1): биотитовые и двуслюдяные гнейсы с простоями амфиболитов; 2 — шокуринская свита ($RF_1?$): известковистые кристаллические сланцы, мраморы, кварциты, амфиболовые сланцы; 3 — пуйвинская свита (RF_2): слюдяно-кварцевые сланцы, зеленые ортосланцы, метапорфиры, кварциты; 4 — хобеинская (RF_3), мороинская (RF_3) и саблегорская (RF_3-V) свиты нерасчлененные: слюдяно-кварцевые сланцы, порфиры, порфириты, прослои мраморов и кварцитов; 5 — нижнепалеозойские терригенно-карбонатные отложения; 6 — гранитоидные гнейсы Николайшорского массива (PR_1); 7 — граниты кожимского (RF_{2-3}) и сальнеро-маньхамбовского комплексов ($V-E_1$) нерасчлененные; 8 — гранодиориты сальнеро-маньхамбовского комплекса ($V-E_1$); 9 — массивы габбро (RF_3-V); 10 — геологические границы: а — стратиграфические и магматические, б — тектонические; 11 — элементы залегания плоскостных структур.

Массивы (цифры в кружках): 1 — Николайшорский; 2 — Кожимский; 3 — Кузпуяуский; 4 — Хаталамба-Лапчинский; 5 — Народинский; 6 — Лапчавожский; 7 — Малдындырский; 8 — Яротский; 9 — Бадьяуский

Fig. 1. Structure map of the northern part of Subpolar Urals:

1 — nyartinsky gneiss complex (PR_1): biotite and two-mica gneisses with amphibolites layers; 2 — schokurinskaya suite ($RF_1?$): calcareous shales, marbles, quartzites, amphibole shales; 3 — puyvinskaya suite (RF_2): mica-quartz shales, green orthoshales, metaporphyry, quartzites; 4 — hobeinskaya (RF_3), moroinskaya (RF_3) and sablegorskaya (RF_3-V) poorly defined suites: mica-quartz shales, porphyry, porphyrites, marble and quartzite layers; 5 — Lower Paleozoic terrigenous carbonate deposits; 6 — granitoid gneisses of Nikolayshorsky massif (PR_1); 7 — granites of kozhimsky (RF_2) and salnero-manhambovsky complexes ($V-E_1$) poorly defined; 8 — granodiorites of salnero-manhambovsky complex ($V-E_1$); 9 — massifs of gabbro (RF_3-V); 10 — geological boundaries: a — stratigraphic and magmatic, b — tectonic; 11 — elements of occurrence of planar structures.

Massifs (numbers in circles): 1 — Nikolayshorsky; 2 — Kozhimsky; 3 — Kuzpuayusky; 4 — Khatalamba-Lapchinsky; 5 — Narodinsky; 6 — Lapchavozhsky; 7 — Maldynyrsky; 8 — Yarotsky; 9 — Badyayusky

ненные гранитные тела принадлежат одной маломощной межпластовой интрузии, смятой вместе с вмещающими отложениями [13]. В составе интрузии преобладают мелко- и среднезернистые двуслюдяные граниты. В краевых частях гранитных тел отмечаются переходы к тонкозернистым и скрытокристаллическим лейкократовым разновидностям пород, нередко с флюидальной текстурой. Как было отмечено выше, в разрезе пуйвинской свиты присутствуют кислые вулканы и пирокластические породы. Как и описываемые граниты,

они преимущественно распространены в верхнем течении р. Кожим, т. е. пространственно ассоциируются с интрузивными разностями кислых магматитов. Этот факт является серьезным доводом в пользу гипотезы о близости их возраста к возрасту вмещающих отложений.

Второй сложнопостроенный массив, в составе которого могут быть граниты кожимского комплекса, — Хаталамба-Лапчинский, обнажающийся на юго-восточном склоне хребта Росомаха. Массив состоит из

двух линзовидных тел гранитов, соединенных относительно узкой перемычкой, сложенной также гранитами (рис. 1). При этом южное тело залегает согласно с вмещающими породами пуйвинской свиты, а северное имеет секущие взаимоотношения с отложениями пуйвинской (RF_2), хобеинской (RF_3) и мороинской (RF_3) свит. Возможно, в Хатамба-Лапчинском массиве совмещены два разновозрастных интрузива. Если это так, то южное тело может быть отнесено к кожимскому, а северное — к сальнеро-маньхамбовскому комплексам.

Имеющиеся изотопно-геохронологические данные подтверждают дискретный характер кислого магматизма на Приполярном Урале в позднедокембрийское время, хотя пока не дают точный ответ на вопрос о возрасте пород кожимского гранитоидного комплекса, как, впрочем, и сальнеро-маньхамбовского.

Так, В. Л. Андреичев выделяет в истории гранитогенеза Приполярноуральского сегмента литосферы три этапа: 640–580, 560–550 и 520–490 млн лет. Два первых, по его мнению, обусловлены субдукционно-коллизийными процессами при закрытии Протоуральского океана (Тиманский орогенез), третий связан с эпиконтинентальным рифтингом, за которым последовало раскрытие Палеоуральского океана [1].

А. А. Соболева в представительной выборке U-Pb (SIMS, TIMS и LA-ICP-MS)-цирконовых возрастов гранитов сальнерско-маньхамбовского комплекса установила две группы датировок: позднерифейско-ранневендские с главным максимумом плотности вероятности 613 млн лет и поздневендско-кембрийские с главным максимумом плотности вероятности 541 млн лет. По мнению А. А. Соболевой, эти две группы являются одним из оснований отнести разновозрастные граниты к разным магматическим подразделениям (или, иными словами, разным комплексам) [17].

В. А. Душин на примере южной части Ляпинского антиклинория обосновывает наличие двух разновозрастных комплексов гранитоидов: среднепозднерифейского — маньхамбовского и венд-кембрийского — сальнерского. В качестве доводов в пользу выделения среднепозднерифейского гранитоидного комплекса В. А. Душин приводит следующие: перекрытие гранитов Маньхобеинского массива породами хобеинской свиты позднего рифея, проявление в гранитах метаморфических изменений в условиях эпидот-амфиболитовой фации, многочисленные довендские изотопные U-Pb-датировки (631–608 млн лет), единичную U-Pb-датировку — 1.32 млрд лет, модельный Sm-Nd-возраст — 1.42 млрд лет — и другие [6].

Полученный нами U-Pb-возраст цирконов из гранитов Кожимской межпластовой интрузии равен (598 ± 3) млн лет [13]. Хотя эта датировка соответствует или близка соответствующим значениям ранней возрастной группы гранитов в понимании В. Л. Андреичева, А. А. Соболевой и В. А. Душина, ее интерпретация довольно проблематична. Если это возраст формирования гранитных тел, то возникает вопрос о правомерности отнесения вмещающих их отложений пуйвинской свиты к образованиям среднего рифея. Нижняя возрастная граница пуйвинской свиты в этом случае должна быть поднята на уровень границы рифея и венда, а схема стратиграфии верхнедокембрийских толщ Приполярного Урала коренным обра-

зом изменена. Это не исключено, но более реалистичным нам представляется другой вариант интерпретации полученной датировки. Вероятно, она маркирует время проявления процессов ремобилизации гранитов или их метаморфизма, а не собственно формирования межпластовой интрузии. В этом случае Кожимский массив может принадлежать к среднерифейской кожимской риолит-гранитной формации, как считают Б. А. Голдин и его коллеги [3, 4]. Тем не менее возраст гранитов, как и вмещающих пород пуйвинской свиты, несомненно, требует уточнения.

Неоднозначными являются геохронологические данные и по другому массиву — Хатамба-Лапчинскому, который Б. А. Голдин также включает в состав кожимской риолит-гранитной формации. На построенном графике по семи U-Pb-изотопным определениям возраста зерен циркона, полученным на SHRIMP-II [13], нижнее пересечение конкордии с дискордией соответствует значению (582 ± 4) млн лет, а верхнее — (1187 ± 200) млн лет, что может быть связано с проявлением двух эпизодов гранитообразования: в среднем рифее и венде.

Приведенные выше геологические и геохронологические данные подтверждают точку зрения о наличии трех разновозрастных гранитоидных комплексов на Приполярном Урале: николайшорского, кожимского и сальнеро-маньхамбовского. Последний из перечисленных комплексов лучше называть сальнерским, как предлагает В. А. Душин [6], поскольку граниты Маньхамбовского и Сальнерского массивов отличаются по возрасту и, скорее всего, Маньхамбовский массив относится к кожимскому (маньхамбовскому, по В. А. Душину) комплексу, а Сальнерский — к сальнеро-маньхамбовскому (сальнерскому, по В. А. Душину). Поэтому в дальнейшем комплекс, включающий Сальнерский и другие близкие к нему по геологической позиции и возрасту массивы, будем называть сальнерским.

Геохронологические данные дают основание считать, что николайшорский комплекс, ассоциирующийся с породами нижнепротерозойского няртинского гнейсомигматитового комплекса, сформировался во временном интервале 2.1–1.75 млрд лет назад. Кожимский комплекс составляют пластовые тела гранитов в разрезе пуйвинской свиты, возраст которой условно принимается как среднерифейский, но не исключается и позднерифейский возраст пород. Основной объем датировок, полученный по гранитоидам кожимского комплекса, относится к концу позднего рифея (631–608 млн лет), но имеются и более древние датировки (1420–920 млн лет). Поэтому возраст пород кожимского комплекса, несомненно требующий уточнения, на сегодняшний день может быть определен как средне-, позднерифейский. Нижняя возрастная граница сальнерского гранитоидного комплекса, представленного интрузивными массивами, прорывающими верхнерифейские отложения, близка к 600 млн лет. Верхняя возрастная граница становления этого комплекса требует уточнения. Она «размыта» в связи с проявлением постколлизийного (рифтогенного) магматизма, предваряющего раскрытие Палеоуральского океана и развитие уралид. Возраст пород сальнерского комплекса также пока с определенной долей условности может быть определен интервалом V–Є₁.



Объект и методы исследования

Объектом исследований является акцессорный циркон из гранитов, слагающих ряд массивов в северной части Приполярного Урала. Как было отмечено выше, эти массивы представляют три разновозрастных гранитоидных комплекса: николайшорский (Николайшорский массив), кожимский или маньхамбовский (Кожимский массив) и сальнерский (Бадьяуский и Яротский массивы). В одном из комплексов — сальнерском — рассмотрены цирконы из гранитов двух массивов с целью оценки сходства и различий морфологических особенностей этого минерала из различных массивов, относящихся к одному и тому же комплексу. Положение массивов показано на рис. 1. Пробы для выделения акцессорного циркона были отобраны из пород, в наименьшей степени подвергшихся низкотемпературным преобразованиям и расщеплению. Средний вес пробы составлял 2–3 кг. Из каждого гранитного массива отбиралось по 10–15 проб. Выделение монофракций цирконов производилось из протоочных проб по стандартной методике: дробление, расситовка раздробленной пробы по крупности зерен, повторное дробление крупных фракций до 0.25 мм, отмучивание фракции меньше 0.25 мм, магнитная сепарация, отбор немагнитной фракции и дальнейшее выделение из нее тяжелой фракции. Цирконы из тяжелой немагнитной фракции отбирались вручную под бинокулярным микроскопом. Изучение морфологических особенностей циркона выполнялось с помощью поляризационных тринокулярных микроскопов ПОЛАМ-312 в проходящем свете. Дополнительно морфология, а также химические составы циркона изучались на электронном сканирующем микроскопе TESCAN VEGA 3LMN с энергодисперсионной приставкой Instruments X-Max (аналитик С. С. Шевчук) и электронном микроскопе JSM-6400 с энергодисперсионным спектрометром ISI Link и волновым спектрометром Microspec (аналитик В. Н. Филиппов) в ЦКП «Геонаука» ИГ Коми НЦ УрО РАН. Католюминисцентные изображения зерен цирконов выполнены в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург, аналитик А. Н. Ларионов).

Морфологические типы и типоморфные особенности цирконов

В пробах гранитов, слагающих изученные нами массивы, отмечено присутствие акцессорных цирконов, весьма разнообразных по форме, характеру зональности, наличию включений, окраске, степени метамиктности и другим признакам. Суммарно они представляют все основные морфологические типы цирконов по И. В. Носыреву [9]: цирконовый, гиацинтовый, копьевидный, торпедовидный и циртолитовый. Это позволило при интерпретации результатов изучения морфологических особенностей цирконов из гранитов конкретных массивов и сопоставлении цирконов из гранитов различных массивов и комплексов применить в том числе и методы генерационного анализа [10]. Все перечисленные морфологические типы могут относиться к генерациям цирконов либо синпегматитового, либо наложенного генетического типа [10].

Цирконовый морфотип составляют прозрачные и полупрозрачные бледно окрашенные, реже темно-ко-

ричневые кристаллы короткопризматического габитуса. Гиацинтовый морфотип представлен полупрозрачными, реже прозрачными светлоокрашенными цирконами дипирамидально-призматического габитуса. В копьевидный морфотип выделены прозрачные бледно-окрашенные цирконы дипирамидально-призматического и призматически-дипирамидального габитуса. Торпедовидный морфотип составляют прозрачные бесцветные или бледно окрашенные, реже темно-коричневые цирконы призматического габитуса. Комбинация острой и хорошо выраженной тупой дипирамиды придает торпедовидный облик кристаллу. Циртолитовый морфотип образуют непрозрачные цирконы буровато-желтого или коричневого цвета призматического и короткопризматического габитуса. Характерной особенностью этих цирконов является также уплощенная форма кристаллов.

В неизмененных наложенными процессами гранитах цирконовый морфотип относится к раннемагматической генерации, гиацинтовый — к позднемагматической, копьевидный — к пегматитовой, торпедовидный — к пневматолитовой, циртолитовый — к гидротермальной. Образование двух последних морфотипов (торпедовидного и циртолитового), редко копьевидного, может быть связано с наложенными процессами, и в этих случаях они относятся к наложенному генетическому типу [10].

Кроме того, в гранитах присутствуют детритовые цирконы. Они встречаются в виде окатанных зерен, в которых первичные морфологические особенности кристаллов утрачены. Детритовые цирконы выделены в один самостоятельный морфотип — детритовый, поскольку по реликтовым признакам определить генетические и генерационные признаки этих образований не представляется возможным.

Набор элементов-примесей в цирконах разных морфотипов идентичен (табл. 1–4). Наиболее высокие концентрации характерны для Hf, Y, Yb, Nd, Th и U, но все они, за исключением Th и U в цирконах циртолитового морфотипа, не превышают кларковых значений. Геохимические особенности детритовых цирконов нами не рассматриваются.

В гранитоидах **Николайшорского массива** установлены цирконы гиацинтового, копьевидного, торпедовидного, циртолитового и детритового морфологических типов. Преобладающими являются цирконы копьевидного морфотипа, составляющие до 50 % от общего количества этого минерала в пробе. Гиацинтовый и торпедовидный морфотипы составляют 40 и 10 % соответственно. Детритовый морфотип отмечается в виде единичных зерен.

Гиацинтовый морфологический тип цирконов представлен полупрозрачными, реже прозрачными светлоокрашенными кристаллами дипирамидально-призматического или короткопризматического габитуса. Размер зерен 200–500 мкм, коэффициент удлинения 1.5–2.0. Облик кристаллов идиоморфный, обусловлен развитием граней (100), (111), (110), (131), (331). Соотношение площадей граней призм и дипирамид — 1:2. Поверхность граней гладкая, блестящая. Внутреннее строение кристаллов часто многозональное, зоны обычно повторяют контур кристалла, но часто отмечается смена граней с тупой дипирамиды на более острую и наоборот (рис. 2, 1–3). Среди включе-



ний отмечаются кварц и биотит. Содержание Hf, Y увеличивается от центра кристалла к краю, а Yb, U, Th, напротив, уменьшается (табл. 1).

Копьевидный морфологический тип цирконов образуют прозрачные бледно окрашенные кристаллы дипирамидально-призматического и призматически-дипирамидального габитуса. Они встречены только в николайшорских гранитах и не выявлены в породах других рассмотренных в данной статье гранитных массивов. Размер зерен 200–450 мкм, коэффициент удлинения 2–4. Облик кристаллов идиоморфный, обусловленный развитием граней (100), (110), (131), (311). Соотношение площадей граней призм и дипирамид — 2:3. Поверхность граней гладкая, блестящая. Внутреннее строение кристаллов часто многозональное. Расположение зон относительно друг друга может быть симметричным и несимметричным, отмечаются кристаллы с округлыми ядрами, а также ядрами, представленными неправильными сростками реликтового циркона (рис. 2, 4–7). В отдельных случаях можно наблюдать, как менялся облик кристалла от цирконового до дипирамидально-призматического — копьевидного (рис. 2, 6–7). Встречаются включения апатита, кварца, слюды, реже монацита, ксенотима. Характерной особенностью цирконов этого типа в гранитах Николайшорского массива является часто встречаемое замутнение кристаллов. При этом замутненной может быть середина кристалла, в то время как краевые части остаются прозрачными, или, напротив, замутненными и полупрозрачными являются краевые части кристаллов, тогда как их центральные части остаются прозрачными. В копьевидных кристаллах в зависимости от развития призм или пирамид изменяется и распределение элементов-примесей внутри кристалла (табл. 1). При преобладающем развитии пирамиды количество элементов-примесей (Y, Yb, Th, U) уменьшается от центра кристалла к краю, за исключением Hf, содержание которого увеличивается от центра к краю. С увеличением развития призмы содержание элементов-примесей изменяется в противоположном направлении — Y, Hf, U увеличиваются от центра к краю, а Th, Yb уменьшаются, и, наконец, при еще большем развитии призмы количества Y, Yb, Th, Hf, U увеличиваются от центра к краю кристалла.

Торпедовидный морфологический тип составляют прозрачные бесцветные или бледно окрашенные, реже темно-коричневые цирконы призматического габитуса. Как уже было отмечено выше, комбинация острой и хорошо выраженной тупой дипирамиды придает «торпедовидный» облик кристаллу. Размер зерен 150–350 мкм, коэффициент удлинения 3–7. Облик кристаллов идиоморфный, обусловленный развитием граней (100), (110), (113), (311). В площадном отношении явно преобладают грани призматического пояса. Поверхность граней гладкая, блестящая. Отмечаются кристаллы с замутненными полупрозрачными участками. Внутреннее строение минерала часто многозональное. В отдельных кристаллах отмечаются округлые ядра, а также блоковое строение, связанное с нарастанием новообразованного циркона на ранее сформировавшиеся кристаллы этого минерала (рис. 2, 8–12). Характерной особенностью цирконов этого морфотипа является часто наблюдаемая смена облика кристалла, обусловленная заменой грани (110) на (111). Зерна

циркона содержат твердые и газовой-жидкие включения изометричной и вытянутой формы. Содержание U, Th в цирконах уменьшается от центра к краю кристалла, а Hf, Y, Yb увеличивается (табл. 1).

Детритовый морфотип встречается только в породах Николайшорского массива. Он представлен прозрачными розовыми и розовато-желтыми зернами округлой формы. Размер 150–200 мкм. Поверхность зерен равномерно шероховатая, наличие сколов и царапин указывает на механическую природу истирания. Внутреннее строение однородное.

Породы **Кожимского гранитного массива** характеризуются наличием трех морфологических типов цирконов: цирконового, торпедовидного и циртолитового, преобладающим из которых является цирконовый тип. Содержание его достигает 80 % от общего количества минерала в пробе, цирконы торпедовидного и циртолитового морфотипов составляют 5 и 15 % соответственно.

Цирконовый морфологический тип составляют прозрачные и полупрозрачные бледно окрашенные, реже темно-коричневые цирконы короткопризматического габитуса. Размер кристаллов 100–250 мкм, коэффициент удлинения 1.2–2. Облик, обусловленный развитием граней (100), (111), (110), идиоморфный или субидиоморфный. Соотношение относительных площадей призмы и дипирамиды показывает явное преобладание призматического пояса. Поверхность граней часто трещиноватая, при увеличении обнаруживается неравномерный рельеф. Внутреннее строение кристаллов, как правило, многозональное. Расположение зон относительно друг друга симметричное. В отдельных кристаллах отмечаются округлые ядра, и практически во всех кристаллах присутствуют регенерационные каймы (рис. 2, 13–17). Среди включений отмечаются кварц, эпидот, апатит. Включения расположены хаотично. Содержание Th и U уменьшается от центра кристалла к краю, Y, Yb, Hf увеличивается (табл. 2).

Торпедовидный морфологический тип образован прозрачными бесцветными или бледно окрашенными в желтовато-розовые тона цирконами призматического габитуса. Размер кристаллов 100–450 мкм, коэффициент удлинения 3–5. Облик кристаллов, обусловленный развитием граней (100), (110), (113), идиоморфный. В площадном отношении явно преобладают грани призматического пояса. Поверхность граней часто трещиноватая. Внутреннее строение кристаллов многозональное. Расположение зон относительно друг друга, как правило, симметричное. Отмечаются ядра округлой и удлиненной формы (рис. 2, 18–21). Среди включений обнаружены кварц, эпидот, апатит, расположенные хаотично. Содержание Th, U уменьшается от центра кристалла к краю; Hf, Y, Yb увеличивается (табл. 2).

Циртолитовый морфологический тип представлен призматическими и длиннопризматическими кристаллами буровато-желтого или коричневого цвета, непрозрачными, слегка уплощенной формы. Такие цирконы встречены только в гранитах Кожимского массива. Размер кристаллов 150–650 мкм, коэффициент удлинения 3–5. Облик кристаллов, обусловленный развитием граней (100), (110), (113), (112), идиоморфный. Поверхность граней трещиноватая, рельеф неровный. Внутреннее строение кристаллов характеризуется наличием ядер округлой и удлиненной фор-

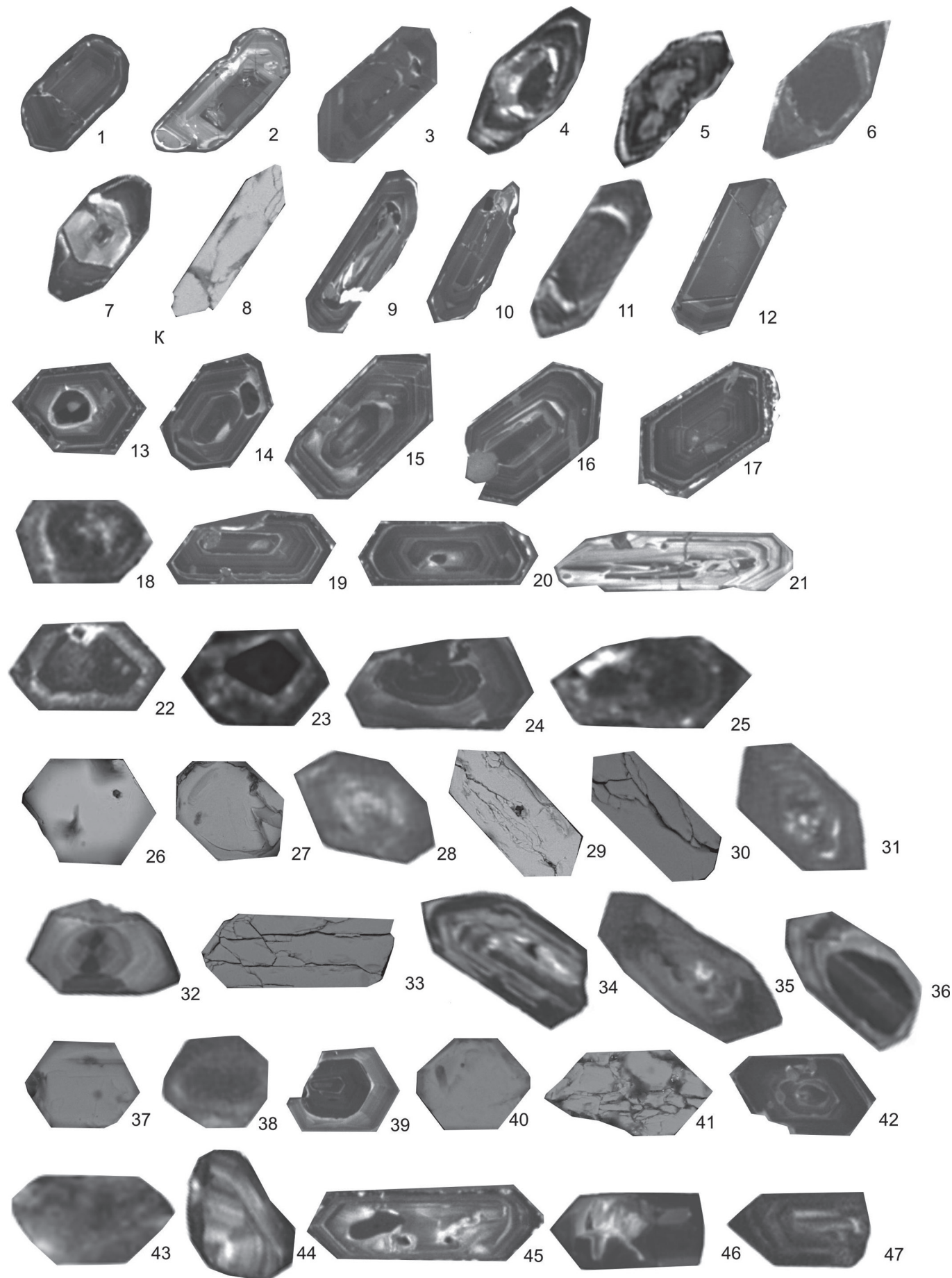


Рис. 2. Морфологические разновидности цирконов: 1–12 — Николайшорского массива, 13–25 — Кожимского массива, 26–36 — Бадьяюского массива, 37–47 — Яротского массива (пояснения в тексте)

Fig. 2. Morphological varieties of zircons. 1–12 — Nikolaihsor massif, 13–25 — Kozhim massif, 26–36 — Badyayusky massif, 37–47 — Yarotsky Massif (explanations in the text)



Таблица 1. Микрозондовые анализы цирконов из гранитов Николайшорского массива (выборка, мас. %)

Table 1. Microprobe analyses of zircons from the granites of the Nikolaihsor massif (selection, mas. %)

Компоненты Components	Морфологические типы / Morphological types									
	гиацинтовый hyacinth		копьевидный / spear-like						торпедовидный torpedo-like	
			пирамида pyramid		пирамида + призма pyramid + prism		преобладает призма prism predominantly			
	центр center	край edge	центр center	край edge	центр center	край edge	центр center	край edge	центр center	край edge
Na ₂ O	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.04	0.08	0.07	0.03
Al ₂ O ₃	0.13	0.06	0.08	0.21	0.37	0.06	0.26	0.25	0.36	0.05
SiO ₂	30.45	31.92	32.11	32.56	32.75	31.8	32.22	33.21	33.69	0.68
P ₂ O ₅	0.03	0.01	0.08	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02
SO ₃	0.05	0.01	0.01	0	0.02	0	0.03	0.02	0.02	0.03
K ₂ O	0.04	0.03	0	0.03	0.01	0	0.02	0.03	0.03	0.04
Fe ₂ O ₃	0.01	0.02	0.06	0.11	0.03	0.21	0.08	0.18	0.32	0.02
SeO ₂	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.01	0.03	0.01	0.01
Y ₂ O ₃	0.81	1.34	0.85	0.55	0.97	1.09	1.27	1.28	0.05	0.21
ZrO ₂	65.11	65.17	64.23	63.11	64.16	64.86	64.32	63.84	63.46	64.27
Ce ₂ O ₃	0.27	0.09	0.07	0.31	0.26	0.08	0.18	0.09	0.21	0.29
Nd ₂ O ₃	0.28	0.27	0.22	0.24	0.27	0.22	0.27	0.15	0.28	0.32
Sm ₂ O ₃	0.18	0.21	0.11	0.18	0.18	0.15	0.19	0.02	0.19	0.25
Gd ₂ O ₃	0.33	0.29	0.29	0.27	0.15	0.22	0.28	0.05	0.12	0.23
Dy ₂ O ₃	0.25	0.31	0.09	0.13	0.19	0.22	0.29	0.27	0.21	0.23
Er ₂ O ₃	0.29	0.07	0.24	0.34	0.35	0.27	0.01	0.36	0.26	0.44
Yb ₂ O ₃	0.32	0.03	0.32	0.29	0.34	0.32	0.22	0.33	0.21	0.39
HfO ₂	1.24	1.56	1.3	1.39	1.22	1.29	1.36	1.56	1.13	1.32
ThO ₂	0.64	0.3	0.32	0.23	0.23	0.14	0.12	0.58	0.01	0.12
UO ₃	0.07	0.03	0.21	0.12	0.03	0.36	0.08	0.32	0.32	0.13

Примечание. Среднее содержание рассчитано по 7 пробам.

Note. Average content is calculated on 7 sample.

Таблица 2. Микрозондовые анализы цирконов из гранитов Кожимского массива (выборка, мас. %)

Table 2. Microprobe analyses of zircons from the granites of the Kozhim massif (selection, mas. %)

Компоненты Component	Морфологические типы / Morphological types					
	цирконовый / zircon		торпедовидный / torpedo-like		циртолитовый / cyrtolith	
	центр center	край edge	центр center	край edge	центр center	край edge
Na ₂ O	0.09	0.02	0.03	0.03	-0.21	0.03
Al ₂ O ₃	0.01	0.03	0.08	0.12	0.12	0.14
SiO ₂	32.69	30.68	30.61	30.69	32.11	31.36
P ₂ O ₅	0.05	0.01	0.05	0.08	0.08	0.02
SO ₃	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.04
K ₂ O	0.03	0.04	0.02	0	0	0.03
Fe ₂ O ₃	0.13	0.34	0.05	0.08	0.09	0.07
SeO ₂	0.01	0.01	0.02	0.01	0	0.01
Y ₂ O ₃	0.23	0.98	1.24	1.25	0.89	1.81
ZrO ₂	63.88	65.75	64.4	64.22	63.48	62.59
Ce ₂ O ₃	0.18	0.21	0.02	0.09	0.02	0.31
Nd ₂ O ₃	0.11	0.23	0.34	0.23	0.28	0.23
Sm ₂ O ₃	0.07	0.18	0.21	0.19	0.21	0.18
Gd ₂ O ₃	0.21	0.26	0.44	0.32	0.23	0.15
Dy ₂ O ₃	0.13	0.31	0.35	0.29	0.19	0.32
Er ₂ O ₃	0.17	0.31	0.25	0.42	0.09	0.41
Yb ₂ O ₃	0.14	0.38	0.42	0.34	0.25	0.48
HfO ₂	1.54	1.71	1.19	1.22	1.56	1.66
ThO ₂	0.33	0.2	0.57	0.51	0.47	0.23
UO ₃	0.24	0.08	0.46	0.31	0.15	0.36

Примечание. Среднее содержание рассчитано по 6 пробам.

Note. Average content is calculated on 6 sample.



мы, реже они имеют геометрические очертания (рис. 2, 22–25). Среди включений часто отмечаются торит, ураноторит, титанит, реже апатит и кварц. Цирколитовый циркон отличается от других морфотипов содержанием некоторых элементов. Он характеризуется минимальными значениями ZrO_2 и повышенными концентрациями HfO_2 и в краевой части Y_2O_3 (табл. 2). В отдельных анализах цирконов этого типа, вероятно, за счет микровключений торита и ураноторита, содержание UO_3 достигает 81.38 %, а ThO_2 — 37.21%. Содержание Y, Yb, Hf, U увеличивается от центра кристалла к краю, Th уменьшается.

В гранитоидах **Бадьяюского массива** отмечаются цирконы цирконового, гиацинтового и торпедовидного типов. Преобладают цирконы первого морфологического типа, содержание которых может достигать 70 % от общего количества минерала в пробе. Цирконы гиацинтового и торпедовидного типов составляют 15 и 5 % соответственно.

Цирконовый морфологический тип составляют бесцветные или бледно-окрашенные разности короткопризматического габитуса. В незначительном количестве среди них отмечаются полупрозрачные кристаллы и кристаллы с более темной окраской того же габитуса. Размер кристаллов 50–200 мкм, коэффициент удлинения 1.2–2. Облик минерала, обусловленный развитием граней (100), (111), (110), (131), идиоморфный или субидиоморфный. Соотношение относительных площадей призмы и дипирамиды показывает явное преобладание призматического пояса. Поверхность граней под микроскопом обнаруживает неравномерный рельеф, трещиноватость. Внутреннее строение кристаллов характеризуется наличием ядер

округлой и удлиненной формы, часто отмечается зональность, как правило симметричная (рис. 2, 26–28). Встречаются твердые и газовой-жидкие включения, расположенные хаотично. Твердые включения представлены кварцем и апатитом. Содержание Th и U уменьшается от центра кристалла к краю, Y, Hf увеличивается (табл. 3). С появлением грани (001) в кристалле содержание U увеличивается от центра к краю.

Гиацинтовый морфологический тип состоит из полупрозрачных, реже прозрачных светлоокрашенных цирконов дипирамидально-призматического или короткопризматического габитуса. Размер кристаллов 200–500 мкм, коэффициент удлинения 1.5–3. Облик кристаллов, обусловленный развитием граней (100), (111), (110), (131), (331), идиоморфный. Соотношение площадей граней призмы и дипирамиды — 1:2. Поверхность граней неровная, трещиноватая. Внутреннее строение кристаллов часто многозональное, зоны обычно повторяют контур кристалла. Часто отмечаются ядра округлой формы (рис. 2, 29–32). Среди включений отмечаются кварц и апатит. Содержание Y, Hf, а также часто Yb увеличивается от центра кристалла к краю, Th и U уменьшается (табл. 3).

Цирконы **торпедовидного** морфологического типа представлены прозрачными, реже полупрозрачными бесцветными или бледно окрашенными в желтовато-розовые тона кристаллами призматического габитуса. Размер кристаллов 100–550 мкм, коэффициент удлинения 3–5. Облик кристаллов, обусловленный развитием граней (100), (110), (113), идиоморфный. В площадном отношении явно преобладают грани призматического пояса. Поверхность граней трещиноватая. Наблюдаются включения кварца, расположенные

Таблица 3. Микрозондовые анализы цирконов из гранитов Бадьяюского массива (выборка, мас. %) / Table 3. Microprobe analyses of zircons from the granites of the Badyayusky massif (selection, mas. %)

Компоненты Components	Морфологические типы / Morphological types					
	цирконовый / zircon		гиацинтовый / hyacinth		торпедовидный / torpedo-like	
	центр center	край edge	центр center	край edge	центр center	край edge
Na_2O	0.03	0.05	0.03	–0.02	0.18	0.04
Al_2O_3	0.29	0.06	0.13	0.15	0.09	0.01
SiO_2	31.66	29.55	31.89	32.15	32.58	32.09
P_2O_5	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.07
SO_3	0.09	0.01	0.18	0	0.01	0.03
K_2O	0.05	0.03	0.03	0.03	0	0.01
Fe_2O_3	0.22	0.07	0.11	0.11	0.01	0.03
SeO_2	0.03	0.02	0.09	0.04	0	0.04
Y_2O_3	0.61	0.65	0.15	0.28	0.21	0.55
ZrO_2	64.45	65.22	64.67	65.02	65.24	65.25
Ce_2O_3	0.15	0.15	0.41	0.05	0.21	0.02
Nd_2O_3	0.27	0.42	0.27	0.27	0.18	0.25
Sm_2O_3	0.19	0.24	0.19	0.18	0.08	0.18
Gd_2O_3	0.21	0.17	0.08	0.11	0.11	0.21
Dy_2O_3	0.28	0.38	0.09	0.15	0.15	0.15
Er_2O_3	0.38	0.22	0.33	0.19	0.19	0.05
Yb_2O_3	0.25	0.44	0.31	0.16	0.32	0.18
HfO_2	1.22	1.51	1.37	0.26	1.33	1.47
ThO_2	0.21	0.15	0.22	0.18	0.28	0.38

Примечание. Среднее содержание рассчитано по 7 пробам.
Note. Average content is calculated on 7 sample.



хаотично. Внутреннее строение кристаллов многозональное. Расположение зон относительно друг друга как симметричное, так и несимметричное. Часто зональность имеет нечеткие очертания, отмечаются искаженные формы реликтового кристалла (рис. 2, 33–36). Содержание Y, Hf, Th увеличивается от центра кристалла к краю, U и Yb уменьшается (табл. 3).

В гранитоидах **Яротского массива**, так же как и Бадьяюского, цирконы представлены цирконовым, гиацинтовым и торпедовидным морфотипами. Несколько отличаются количественные соотношения между отдельными морфотипами. Содержание первого и второго морфотипов цирконов в породах Яротского массива примерно одинаково, а в сумме достигает 95 % от общего количества этого минерала в породе. Количество цирконов торпедовидного морфологического типа — 5–10 %.

Цирконовый морфологический тип составляют светло-желтые и светло-розовые цирконы короткопризматического габитуса, как правило полупрозрачные, реже прозрачные. Размер кристаллов 50–200 мкм, коэффициент удлинения 1.2–2. Облик кристаллов, обусловленный развитием граней (100), (111), (110), (131), идиоморфный или субидиоморфный. Соотношение относительных площадей призмы и дипирамиды от 1 до 3. Поверхность граней под микроскопом обнаруживает неравномерный рельеф. Цирконы трещиноватые, часто наблюдаются твердые и газовой-жидкие включения, расположенные хаотично. Внутреннее строение кристаллов характеризуется наличием ядер удлиненной или округлой формы, иногда отмечается зональность, обычно симметричная (рис. 2, 37–40). Твердые включения представлены кварцем, апатитом и эпидо-

том. Содержание U уменьшается от центра к краю кристалла, Y, Yb, Hf, Th — увеличивается (табл. 4). С появлением грани (001) в кристалле содержание U увеличивается от центра к краю, а Th, напротив, уменьшается.

Гиацинтовый морфологический тип представлен полупрозрачными, реже прозрачными светлоокрашенными цирконами дипирамидально-призматического или короткопризматического габитуса. Размер кристаллов 200–500 мкм, коэффициент удлинения 1.5–3. Облик кристаллов обусловлен развитием граней (100), (111), (110), (131), (331), идиоморфный. Соотношение площадей граней призмы и дипирамид — 1:2. Поверхность граней неровная, трещиноватая. Внутреннее строение кристаллов обычно зональное. Расположение зон относительно друг друга симметричное. В отдельных случаях отмечаются ядра в виде реликтовых кристаллов (рис. 2, 41–44). Твердые включения представлены кварцем, апатитом и эпидотом. Содержание Y, Hf, U и часто Th увеличивается от центра кристалла к краю, Yb уменьшается (табл. 4).

Торпедовидный морфологический тип образуют прозрачные и полупрозрачные желтовато-розовые, розовые, реже бесцветные цирконы призматического габитуса. Размер кристаллов 100–500 мкм, коэффициент удлинения 3–5. Облик кристаллов, обусловленный развитием граней (100), (110), (111), идиоморфный (рис. 2, 45–47). В площадном отношении преобладают грани призматического пояса. Поверхность граней трещиноватая. Внутреннее строение кристаллов характеризуется наличием ядер неправильной или округлой формы. Содержание Y, Hf, Th увеличивается от центра к краю кристалла, U, Yb уменьшается (табл. 4).

Таблица 4. Микророндовые анализы цирконов из гранитов Яротского массива (выборка, мас. %)

Table 4. Microprobe analyses of zircons from the granites of the Yarotsky massif (selection, mas. %)

Компоненты Components	Морфологические типы / Morphological types					
	цирконовый / zircon		гиацинтовый / hyacinth		торпедовидный / torpedo-like	
	центр center	край edge	центр center	край edge	центр center	край edge
Na ₂ O	0.01	0.07	–0.03	0.07	0.02	0.01
Al ₂ O ₃	0.08	0.09	0.08	0.15	0.11	0.32
SiO ₂	33.02	33.89	32.81	32.2	31.99	33.85
P ₂ O ₅	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.02
SO ₃	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
K ₂ O	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.08
Fe ₂ O ₃	0.15	0.16	0.23	0.23	0.09	0.09
SeO ₂	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
Y ₂ O ₃	0.78	0.86	0.8	0.82	0.17	0.31
ZrO ₂	64.45	63.26	64.75	64.23	65.08	63.85
Ce ₂ O ₃	0.25	0.27	0.25	0.12	0.12	0.29
Nd ₂ O ₃	0.18	0.24	0.23	0.21	0.22	0.25
Sm ₂ O ₃	0.11	0.18	0.12	0.14	0.15	0.15
Gd ₂ O ₃	0.11	0.07	0.09	0.23	0.29	0.22
Dy ₂ O ₃	0.32	0.21	0.07	0.29	0.27	0.16
Er ₂ O ₃	0.22	0.08	0.15	0.13	0.33	0.05
Yb ₂ O ₃	0.29	0.28	0.27	0.25	0.38	0.32
HfO ₂	1.33	1.65	1.19	1.56	1.25	1.63
ThO ₂	0.16	0.21	0.18	0.38	0.12	0.31
UO ₃	0.08	0.04	0.08	0.18	0.31	0.21

Примечание. Среднее содержание рассчитано по 7 пробам.

Note. Average content is calculated on 7 sample.



Обсуждение результатов

Приведенные выше данные показывают, что акцессорные цирконы из пород разных гранитоидных комплексов северной части Приполярного Урала, занимающих разную геологическую позицию и имеющих разный изотопный возраст, отличаются по набору морфотипов, их количественным соотношениям и геохимическим особенностям.

В гранитах Николайшорского массива установлено максимальное количество морфотипов цирконов — четыре: гиацинтовый, копьевидный, торпедовидный и детритовый. Гранитоиды Кожимского, Бадьяюского и Яротского массивов характеризуются наличием трех морфотипов цирконов, но если в гранитоидах Бадьяюского и Яротского массивов они схожи (цирконовый, гиацинтовый и торпедовидный морфотипы), то в породах Кожимского массива это цирконовый, торпедовидный и циртолитовый морфотипы.

Общим для гранитоидов всех массивов является один морфотип — торпедовидный. Копьевидный морфотип установлен только в породах Николайшорского гранитного массива. Здесь также встречаются детритовые цирконы, отсутствующие в гранитоидах других комплексов. Граниты Кожимского массива отличаются от других гранитоидов наличием циркона циртолитового морфотипа. Кроме того, в них в отличие от гранитоидов Бадьяюского и Яротского массивов отсутствуют цирконы гиацинтового типа.

Наличие в породах Николайшорского массива копьевидных цирконов обусловлено глубинными условиями их становления, характеризующимися широким развитием пегматитов и мигматитовых ореолов. Отсутствие цирконов раннемагматической генерации (цирконового морфотипа) может быть связано с неоднократным проявлением процессов ремобилизации гранитов и, соответственно, регенерации ранее образованных акцессорных минералов. То, что циркон цирконового морфотипа ранее мог присутствовать в николайшорских гранитах, доказывают установленными фактами обрастания короткопризматических кристаллов цирконов (цирконового морфотипа) дипирамидально-призматическими — копьевидными (рис. 2, 6–7).

Анализ распределения U в цирконах этого морфотипа показывает, что при преобладающем развитии пирамиды содержание U уменьшается от центра кристалла к краю, а по мере развития призмы, напротив, увеличивается. По мнению некоторых исследователей [11], обогащение краевых частей кристаллов цирконов U может объясняться влиянием последующих метаморфических преобразований пород, что вполне соответствует реальной ситуации. Гранитоиды, как и вмещающие породы, претерпели несколько этапов метаморфизма, в том числе в условиях средних–высоких температур.

В гранитах Кожимского массива отсутствуют цирконы копьевидного типа, что связано с малоглубинными условиями кристаллизации пород и отсутствием пегматитовой стадии. Присутствие практически во всех зернах цирконов, относящихся к цирконовому типу, регенерационных каемок (рис. 2, 13–17), вероятно, связано с ремобилизацией гранитов при начальном метаморфизме и гранитогенезе во время становления сальнерского комплекса. Наличие в гранитах

Кожимского массива непрозрачных буровато-желтых и коричневых призматических цирконов слегка уплощенной формы, выделенных нами в циртолитовый морфотип, также является признаком метасоматической (или метаморфической) переработки пород [19]. Учитывая, что кожимские граниты, слагающие пластообразное тело в нижней части разреза пуйвинской свиты (RF₂?), имеют «пуйвинский» возраст, они действительно были метаморфизованы совместно с вмещающими породами, что подтверждается петрографическими исследованиями. С метаморфическими преобразованиями гранитоидов этого массива может быть связано и распределение U в цирконах циртолитового морфотипа, содержание которого увеличивается от центра кристалла к краю, а также наличие в цирконах включений (скорее всего, новообразований) торита и ураноторита.

В гранитоидах Бадьяюского массива, как и описанного выше Кожимского, отсутствуют цирконы копьевидного типа, что также может быть связано с относительно малоглубинными условиями кристаллизации пород. Особенности распределения элементов-примесей в цирконах не находят однозначного объяснения. Содержание U в цирконовом и гиацинтовом морфотипах уменьшается от центра кристалла к краю. В породах Яротского массива содержание U в цирконовом морфотипе уменьшается от центра кристалла к краю, а в гиацинтовом увеличивается. Интересная особенность в распределении U в цирконах первого морфологического типа как в гранитах Бадьяюского, так и Яротского массивов: с появлением грани 001 (рис. 27, 38, 40) содержание U уменьшается от центра кристалла к краю, а Th, наоборот, увеличивается. Вероятно, это связано с вторичными низкотемпературными процессами. Породы как Бадьяюского, так и Яротского массива катаклазированы и рассланцованы.

Общим для всех гранитоидов рассматриваемой территории является торпедовидный морфотип цирконов. Но по характеру распределения элементов-примесей различаются цирконы этого морфотипа в породах Бадьяюского и Яротского массивов от аналогичных цирконов в породах Николайшорского и Кожимского массивов. Более того, в породах и Николайшорского, и Кожимского массивов торпедовидные цирконы при близких геохимических характеристиках заметно различаются по содержанию Y. В породах Николайшорского массива они имеют наиболее низкие значения Y для этого морфотипа цирконов, в кожимских гранитах, напротив, наиболее высокие. То есть и торпедовидный морфотип, а точнее его геохимические особенности, могут также использоваться для корреляции и расчленения гранитов.

Заключение

Результаты изучения типоморфных особенностей цирконов из гранитов разных массивов северной части Приполярного Урала и данные генерационного анализа подтверждают представление о принадлежности пород к трем разным гранитоидным комплексам. Они отличаются между собой набором морфотипов цирконов, имеющих определенные генетические и генерационные признаки, а также распределением (в некоторых случаях содержанием) элементов-примесей. Схожесть цирконов из гранитов разных массивов, при-



надлежащих к одному и тому же комплексу — сальнерскому (Бадьяуский и Яростский массивы), указывает на устойчивость типоморфных признаков этого минерала и возможность его применения для решения вопросов расчленения и корреляции магматических образований.

Судя по наличию копьевидного морфотипа цирконов, наиболее глубинными по условиям кристаллизации являются гранитоиды Николайшорского массива, что хорошо согласуется с геологическими данными. Гранитоиды этого массива изофациальны метаморфическим породам амфиболитовой фации умеренных давлений, которые образовались при $P = 6\text{--}9$ кбар [12], что может соответствовать глубинам 20 км и более. Наименее глубинными по условиям кристаллизации являются граниты Кожимского массива, максимальная глубина становления которых определяется мощностью вмещающих его отложений пуйвинской свиты — около 1.5 км [15]. Но некоторые типоморфные особенности цирконов в гранитах упомянутого массива, например наличие регенерационных каемок на цирконах цирконового морфотипа, образование цирконов циртолитового морфотипа и распределение в них U, могут быть связаны с процессами средне- и низкотемпературного метаморфического преобразования гранитов вместе с вмещающими породами [12]. Эти процессы, судя по суммарной мощности средне-, верхнерифейских отложений рассматриваемой территории, могли происходить на глубинах 4–6 км [15].

Тем не менее по целому ряду типоморфных особенностей (размерам зерен, степени прозрачности и окраске, характеру зональности, степени удлинения, наличию ядер и минеральных включений и др.) цирконы одного и того же морфотипа из гранитов разных комплексов мало отличаются друг от друга, хотя, несомненно, эти особенности связаны с физико-химическими условиями кристаллизации пород.

Расширение круга индикаторных признаков акцессорных цирконов для решения вопросов петрогенезиса, корреляции и других задач геологии гранитоидных комплексов Приполярного Урала является актуальной темой дальнейших исследований.

Литература

1. Андреев В. Л. Геохронология гранитоидного магматизма Приполярного Урала // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2010. № 11. С. 7–12.
2. Возраст цирконов из гранитов ядра Хобеизского гранито-гнейсового купола (Приполярный Урал) / Соболева А. А., Кузенков Н. А., Удоратина О. В. и др. // Происхождение магматических пород: Материалы международного (X Всероссийского) петрографического совещания. Апатиты: КолНЦ РАН, 2005. С. 236–238.
3. Голдин Б. А., Калинин Е. П. Доордовикский магматизм севера Урала // Доордовикская история Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 3–30.
4. Голдин Б. А., Калинин Е. П., Пучков В. Н. Магматические формации западного склона севера Урала и их минерогения. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1999. 214 с.
5. Денисова Ю. В. Типоморфические и типохимические особенности акцессорных цирконов гранитоидов Приполярного Урала // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 5. С. 9–16.
6. Душин В. А. Металлогения, геодинамика и изотопия гранитоидного магматизма Ляпинского Урала // Граниты

и эволюция Земли: мантия и кора в гранитообразовании: Материалы III Международной геологической конференции. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2017. С. 94–96.

7. Корреляция магматических комплексов севера Урала и прилегающих территорий / В. Н. Охотников, В. И. Степаненко, Л. Т. Белякова и др. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1988. 55 с.

8. Львов К. А. Стратиграфия протерозоя и нижнего палеозоя Приполярного Урала // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 35. М.: Наука, 1959. С. 51–73.

9. Носырев И. В. Методические рекомендации по количественно-генетической интерпретации результатов изучения акцессорных минералов. Киев: Наук. думка, 1987. 81с.

10. Носырев И. В., Робул В. М., Есипчук К. Е., Орса В. И. Генерационный анализ акцессорного циркона. М.: Наука, 1989. 203 с.

11. Осовецкий Б. М. Типохимизм шлиховых минералов: Справочник. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2001. 244 с.

12. Пыстин А. М. Карта метаморфизма Приполярного и южной части Полярного Урала // Научные доклады / Коми научный центр УрО АН СССР, 1991. Вып. 259. 20 с.

13. Пыстин А. М., Пыстина Ю. И. Метаморфизм и гранитообразование в протерозойско-раннепалеозойской истории формирования Приполярноуральского сегмента земной коры // Литосфера. 2008. № 8. С. 25–38.

14. Пыстин А. М., Пыстина Ю. И. Новые данные о возрасте гранитоидов Приполярного Урала в связи с проблемой выделения кожимской среднерифейской гранит-риолитовой формации // Известия КНЦ УрО РАН. 2011. Вып. 4 (8) С. 14–19.

15. Пыстин А. М., Пыстина Ю. И., Потапов И. Л., Панфилов А. В. Раннедокембрийская история метаморфизма пород гранулитовых и эклогитовых комплексов палеоконтинентальной зоны Урала. Сыктывкар: Геопринт, 2012. 46 с.

16. Пыстина Ю. И., Пыстин А. М. Главные типы гранитоидов Приполярного Урала по результатам изучения акцессорных минералов // Гранитоидные вулканоплутонические ассоциации: петрология, геодинамика, металлогения: Информационные материалы всероссийского совещания. Сыктывкар: Геопринт, 1997. С. 53.

17. Соболева А. А. О необходимости расчленения сальнерско-маньхамбовского гранит-лейкогранитового комплекса на Приполярном и Северном Урале // Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Материалы всероссийской научной конференции с международным участием. Сыктывкар: Геопринт, 2017. С. 194–196.

18. Фишман М. В., Голдин Б. А. Гранитоиды центральной части Приполярного Урала. Л.: Наука, 1963. 105 с.

19. Фишман М. В., Юшкин Н. П., Голдин Б. А., Калинин Е. П. Минералогия, типоморфизм и генезис акцессорных минералов изверженных пород севера Урала и Тимана. Л.: Наука, 1968. 250 с.

20. Юдович Я. Э., Мерц А. В., Пыстин А. М. Контрастно-зональные гранаты в кислых метатифах из рифейских отложений Приполярного Урала // Народное хозяйство Республики Коми. 1992. Т. 1. № 3. С. 492–504.

References

1. Andreevich V. L. *Geokhronologiya granitoidnogo magmatizma Pripolyarnogo Urala* (The geochronology of granitoid magmatism in the Subpolar Urals). Vestnik of Institute of Geology, Komi Science Centre, Urals Branch of RAS, 2010, No.11, pp. 7–12.
2. Soboleva A. A., Kuzenkov N. A., Udoratina O. V., etc. *Vozrast tsirkonov iz granitov yadra Khobeizskogo granito-gneissovo-*



go kupola (*Pripolyarnyy Ural*) (The age of the zircons from granites of the Khobeiz granite-gneiss dome (Subpolar Urals). The Origin of igneous rocks: proceedings of International (X all-Russian) petrographic conference. Apatity: Kol scientific center RAS, 2005, pp. 236–238.

3. Goldin B. A., Kalinin E. P. *Doordovikskiy magmatizm severa Urala* (Precambrian magmatism of the Northern Urals). Preordovician history of the Urals. Sverdlovsk: UNTS AS USSR, 1980, pp. 3–30.

4. Goldin B. A., Kalinin E. P., Puchkov, V. N. *Magmaticheskiye formatsii zapadnogo sklona severa Urala i ikh minerageniya*. (Magmatic formations of the Western slope of the Northern Urals and their metallogeny). Syktyvkar: Komi SC UB RAS, 1999, 214 pp.

5. Denisova Yu. V. *Tipomorficheskiye i tipokhimicheskiye osobennosti aktsessornykh tsirkonov granitoidov Pripolyarnogo Urala* (Depomorphic and chemical features of accessory zircons of granitoids of the Subpolar Urals). Vestnik of Institute of Geology, Komi Science Centre, Urals Branch of RAS, 2014. No. 5, pp.9–16.

6. Dushin V. A. *Metallogeniya, geodinamika i izotopiya granitoidnogo magmatizma Lyapinskogo Urala* (Metallogeny, geodynamics and isotopy of granitoid magmatism of the Lyapin Urals). Granites and Earth evolution: mantle and crust in granite formation. Materials of the III International Geological Conference. Ekaterinburg: IGG UB RAS, 2017, pp. 94–96.

7. *Korrel'yatsiya magmaticheskikh kompleksov severa Urala i prilgayushchikh territoriy*. (Correlation of magmatic complexes of the Northern Urals and adjacent territories). V. N. Okhotnikov, V. I. Stepanenko, L. T. Belyakova, etc. Sverdlovsk: UNTS an USSR, 1988, 55 p.

8. Lvov K. A. *Stratigrafiya proterozoya i nizhnego paleozoya Pripolyarnogo Urala*. (The stratigraphy of the Proterozoic and Lower Paleozoic of the Subpolar Urals): Proc. Geol. Inst. AS USSR. V. 35, Moscow: Nauka, 1959, pp. 51–73.

9. Nosyrev I. V. *Metodicheskiye rekomendatsii po kolichestvenno-geneticheskoy interpretatsii rezul'tatov izucheniya aktsessornykh mineralov*. (Methodical recommendations on the quantitative-genetic interpretation of the results of the study of accessory minerals). Kiev: Science. dumka, 1987, 81p.

10. Nosyrev I. V., Robul V. M., Esipchuk K. E., Orsa V. I. *Generatsionnyy analiz aktsessornogo tsirkona*. (Generative analysis of accessory zircon). Moscow: Nauka, 1989, 203 pp.

11. Osovetskiy B.M. *Tipokhimizm shlichovykh mineralov*: (Typochemism of schlich minerals): Reference book. Perm: Publishing house of Perm State University, 2001, 244 pp.

12. Pystin A. M. *Karta metamorfizma Pripolyarnogo i yuzhnoy chasti Polyarnogo Urala*. (Map of the metamorphism of the Subpolar and Southern part of the Polar Urals). Scientific reports. Komi Scientific Center, UB AS USSR, 1991, 259, 20 pp.

13. Pystin A. M., Pystina Yu. I. *Metamorfizm i granitootobrazovaniye v proterozoyско-rannepaleozoyской istorii formirovaniya Pripolyarnoural'skogo segmenta zemnoy kory* (Metamorphism and granite formation in the Proterozoic–Early Paleozoic history of the Subpolar Urals' segment of the earth's crust). Lithosphere, No. 8, 2008, pp. 25–38.

14. Pystin A. M., Pystina Yu. I. *Novyye dannyye o vozraste granitoidov Pripolyarnogo Urala v svyazi s problemoy vydeleniya kozhimskoy srednerifeyskoy granit-riolitovoy formatsii* (New data on the age of granitoids of the Subpolar Urals in connection with the problem of separation Kozhim Middle Riphean granite-rhyolite formation). Proceedings of the Komi Science Center Ural Branch RAS, 2011, V.4 (8), pp. 14–19.

15. Pystin A. M., Pystina Yu. I., Potapov I. L., Panfilov A. V. *Rannedokembriyskaya istoriya metamorfizma porod granulitovykh i eklogitovykh kompleksov paleokontinental'noy zony Urala* (The early history of metamorphism of Granular and Eclogite Complexes of the Paleocentral area of the Urals). Syktyvkar: Geoprint, 2012, 46 p.

16. Pystina Yu. I., Pystin A. M. *Glavnyye tipy granitoidov Pripolyarnogo Urala po rezul'tatam izucheniya aktsessornykh mineralov* (Main types of granitoids of the Subpolar Urals by the results of the study of accessory minerals). Granitoid volcano-plutonic associations: petrology, geodynamics, metallogeny. Information materials of the All-Russian Conference. Syktyvkar: Geoprint, 1997, pp. 53.

17. Soboleva A. A. *O neobkhodimosti raschleneniya sal'nersko-man'khambovskogo granit-leykogranitovogo kompleksa na Pripolyarnom i Severnom Urale* (On the need for dismemberment of the Salerner-Manhambo granite-leucogranite complex in the Subpolar and Northern Urals). Geodynamics, substance, orogenesis of the Eastern European Platform and its folded frame: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation. Syktyvkar: Geoprint, 2017, pp. 194–196.

18. Fishman, M. C., Goldin, A. B. *Granitoidy tsentral'noy chasti Pripolyarnogo Urala* (Granitoids of the Central part of the Subpolar Urals). Leningrad: Nauka, 1963, 105 p.

19. Fishman, M. V., Yushkin N. P. Goldin B. A., Kalinin E. P. *Mineralogiya, tipomorfizm i genezis aktsessornykh mineralov izverzhennykh porod severa Urala i Timana* (Mineralogy, typomorphism, and Genesis of accessory minerals of igneous rocks of the Northern Urals and Timan). Leningrad: Nauka, 1968, 250 p.

20. Yudovich Ya. E., Merz A.V., Pystin A. M. *Kontrastno-zonal'nyye granaty v kislykh metatufakh iz rifeyskikh otlozheniy Pripolyarnogo Urala* (Contrast-zonal garnets in acidic metatuffs from the Riphean deposits of the Subpolar Urals). National Economy of the Komi Republic. V. 1, No. 3, Vorkuta–Syktyvkar, 1992, pp. 492–504.



ВОЗРАСТ МОНЦОДИОРИТ-ПОРФИРОВ ИЗ ПОЗДНЕЙ ДАЙКОВОЙ ФАЗЫ КОНГОРСКОГО МАССИВА (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ U-PB (SIMS)-ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ

И. Д. Соболев^{1, 2}, А. А. Соболева³, Д. А. Варламов⁴

¹Геологический институт (ГИН) РАН, Москва
sobolev_id@mail.ru

²Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН, Москва
sobolev_id@mail.ru

³Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
aa_soboleva@mail.ru

⁴Институт экспериментальной минералогии (ИЭМ) РАН, Черноголовка
dima@iem.ac.ru

В статье представлены результаты U-Pb (SIMS)-изотопного датирования цирконов из монцодиорит-порфиров поздней дайковой фазы Конгорского массива (Полярный Урал), являющегося петротипическим массивом конгорского плутонического комплекса. Исследованные интрузивные породы образовались в глубинных частях девонской Малоуральской островной дуги и относятся к шошонит-латитовой серии. Рассчитанный средний конкордантный возраст цирконов (395 ± 3) млн лет свидетельствует о том, что завершение формирования этого массива происходило в конце раннего девона в эмское время. Полученные данные имеют важное значение для уточнения возраста конгорского комплекса, долгое время остававшегося предметом дискуссий.

Ключевые слова: Малоуральская островная дуга, U-Pb-геохронология, циркон, девонский период, Полярный Урал, монцодиориты.

AGE OF MONZODIORITE PORPHYRIES FROM THE LATE DIKE PHASE OF THE KONGOR PLUTON (THE POLAR URALS) ACCORDING TO THE RESULTS OF U-PB (SIMS) DATING OF ZIRCONS

I. D. Sobolev^{1, 2}, A. A. Soboleva³, D. A. Varlamov⁴

¹Geological Institute (GIN) RAS, Moscow

²Institute of Geology of Ore Deposits, Petrology, Mineralogy and Geochemistry (IGEM), RAS, Moscow

³Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch RAS, Syktvykar

⁴Institute of Experimental Mineralogy (IEM), RAS, Chernogolovka

The paper presents the results of U-Pb (SIMS) isotope dating of zircons from monzodiorite porphyries of the late dike phase of the Kongor Pluton (the Polar Urals), which is a petrotype pluton of the Kongor plutonic complex. The intrusive rocks studied were formed in the deeper parts of the Devonian Maloy Ural island arc and belong to the shoshonite-latitude series. The calculated average concordant age of zircons is 395 ± 3 Ma, indicating that the completion of the formation of this pluton took place at the end of the early Devonian in late Emsian time. The obtained data are important for specification of an age of the Kongor complex, which for a long time has been the subject of discussions.

Keywords: Maloy Ural island arc, U-Pb geochronology, zircon, Devonian, Polar Ural, monzodiorites.

Введение и постановка задачи

В Восточно-Уральской мегазоне (рис. 1, а) Полярного Урала (в пределах Войкарской зоны), к востоку от крупнейших на Урале офиолитовых массивов Рай-Из и Войкаро-Сыньинского (рис. 1, б), распространены многочисленные интрузивы среднепалеозойских гранитоидов, габброидов и монцонитоидов, которые слагают вытянутый в ССВ-направлении на 240 км Собский (Лагортинско-Кокпельский) батолит. Породы, слагающие батолит, активно изучались с середины XX века Н. А. Сириным (1962), Ю. Е. Молдаванцевым (1972), М. И. Буйкайте [3] Р. Г. Язевой, В. В. Бочкарёвым [16], В. Д. Старковым (1985), П. М. Кучериной (ГС-50, 1991 г.), В. Л. Андреичевым [1], А. П. Прямоносным [5], Д. Н. Ремизовым [12], Н. Б. Кузнецовым, О. В. Удоротной [14] и многими другими геологами. Интрузивные образования Собского батолита относят к трём плутоническим комплексам. Наибольший объем слага-

ют раннесреднедевонские плагиогранитоиды, диориты и габброиды собского комплекса, в меньшем количестве присутствуют более поздние, предположительно среднепозднедевонские монцонитоиды и габброиды конгорского комплекса (рис. 1, б) и граниты среднедевонского янаслорского комплекса. Плутонические породы прорывают позднеордовикско-среднедевонские островодужные вулканогенные, терригенно-вулканогенные и осадочные образования. Силурийско-девонские вулканические и девонские плутонические породы генетически связаны между собой, интрузивные образования представляют собой глубинные части палеозойской Малоуральской (или Войкарской) островной дуги [6, 9, 12] или активной континентальной окраины Сибирского палеоконтинента [16].

По вопросу о возрасте пород собского комплекса в настоящее время разногласий нет, он считается раннесреднедевонским (410–393 млн лет) на основа-

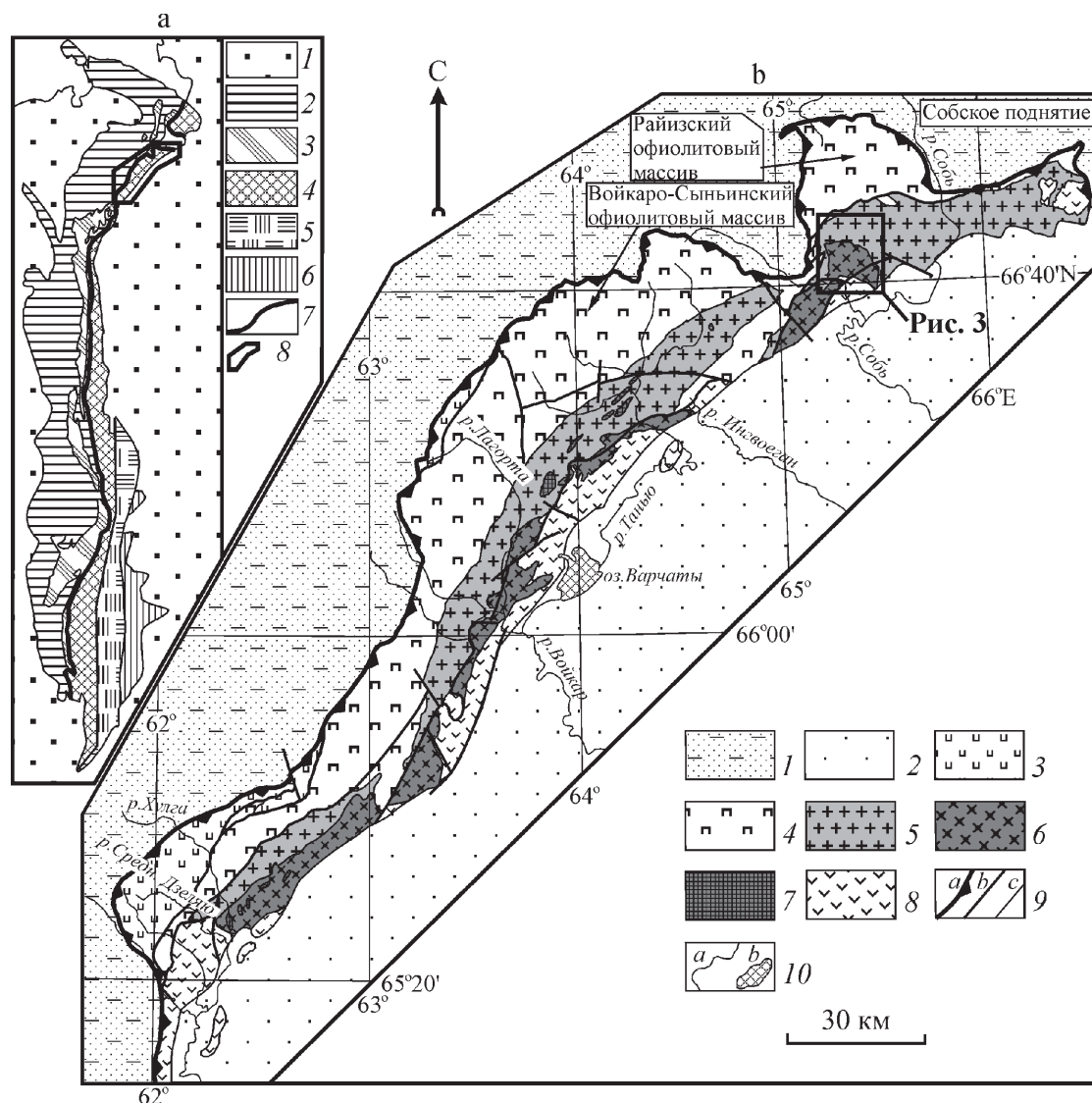


Рис. 1. Тектонические схемы: **а** — тектоническая схема Уральского складчатого пояса и положение его Полярно-Уральского сегмента [10]: 1 — Mz-Kz-комплексы чехла Русской и Западно-Сибирской плит, 2, 3 — палеозойские и докембрийские комплексы Западного Урала: 2 — преимущественно осадочные комплексы палеозойского возраста, 3 — осадочные, вулканогенные и плутонические комплексы позднедокембрийского возраста, 4, 5 — палеозойские и докембрийские комплексы Восточного Урала: 4 — нижнесреднепалеозойские вулканогенно-осадочные образования, 5 — докембрийские и палеозойские осадочные, вулканогенно-осадочные, базит-гипербазитовые и гранитоидные образования, 6 — палеозойские и докембрийские комплексы Зауралья, 7 — Главный Уральский надвиг, 8 — контур тектонической схемы средней и южной частей Полярного Урала; **б** — тектоническая схема средней и южной частей Полярного Урала, составлена по материалам [4, 7]: 1 — позднедокембрийские и палеозойские образования Западно-Уральской мегазоны, 2 — мезозойско-кайнозойский чехол Западно-Сибирской плиты, 3–8 — раннесреднепалеозойские образования Войкарско-Щучинского сегмента (Войкарской зоны) Восточно-Уральской мегазоны: 3 — метаморфизованные базиты и гипербазиты Дзеляюско-Хордюской подзоны, 4 — метаморфизованные гипербазиты и габброиды Райизско-Войкарской подзоны (массивы Рай-Из и Войкаро-Сыньинский), 5–8 — образования Малоуральской подзоны: 5 — раннесреднедевонские плагиогранитоиды собского комплекса, 6 — предположительно среднедевонско-раннекаменноугольные габброиды, диориты и монзонитоиды конгорского комплекса, 7 — среднепозднедевонские гранитоиды янаслорского комплекса, 8 — позднеордовикско-среднедевонские вулканогенные и осадочно-вулканогенные образования, 9 — границы: *a* — Главный Уральский надвиг, *b* — разрывные нарушения, *c* — геологические границы, 10 — водоёмы: *a* — реки, *b* — озёра.

Fig. 1. Tectonic schemes: **a** — tectonic scheme of the Ural fold belt and position of its Polar-Ural segment from [10]: Captions: 1 — Mz-Kz complexes of the sedimentary cover of the Russian and West Siberian plates, 2, 3 — Paleozoic and Precambrian complexes of the Western Urals: 2 — predominantly sedimentary Paleozoic complexes, 3 — Late Precambrian sedimentary, volcanogenic and plutonic complexes, 4, 5 — Paleozoic and Precambrian complexes of the Eastern Urals: 4 — Lower to Middle Paleozoic volcanic-sedimentary formations, 5 — Precambrian and Paleozoic sedimentary, volcanogenic-sedimentary, basic-ultrabasic and granitoid formations, 6 — Paleozoic and Precambrian complexes of the Trans-Uralian zone, 7 — the Main Ural Thrust, 8 — outline of the tectonic scheme of the middle and southern parts of the Polar Urals; **b** — tectonic scheme of the middle and southern parts of the Polar Urals, compiled from materials [4, 7]: Captions: 1 — Late Precambrian and Paleozoic formations of the West Uralian megazone, 2 — Mesozoic to Cenozoic sedimentary cover of the West Siberian plate, 3–8 — Early to Middle Paleozoic formations of the Voykar-Shchuchya segment (the Voykar zone) of the East Uralian megazone: 3 — metamorphosed basites and ultrabasites of the Dzelyayu-Khordyus zone, 4 — metamorphosed ultrabasites and gabbroids of the Rai-Iz-Voykar zone (Rai-Iz and Voykar-Synya massifs), 5–8 — the formations of the Malvi Ural zone: 5 — Early to Middle Devonian plagiogranitoids of the Sobosky Complex, 6 — Middle Devonian to Early Carboniferous (?) gabbroids, diorites and monzonitoids of the Kongor Complex, 7 — Middle to Late Devonian granitoids of the Yanaslor Complex, 8 — Late Ordovician to Middle Devonian volcanogenic and sedimentary-volcanogenic formations, 9 — boundaries: *a* — the Main Ural thrust, *b* — faults, *c* — geological boundaries, 10 — water reservoirs: *a* — rivers, *b* — lakes.

нии геологических взаимоотношений и хорошо согласующихся данных Rb-Sr- и U-Pb-изотопного датирования [1–3, 8, 11, 15, 17, 19]. Гранитоиды янаслорского комплекса также надежно датированы, для них Rb-Sr- и U-Pb-методами получен живетский (387–383 млн лет) возраст [1, 11, 15]. Но время формирования пород конгорского комплекса долгое время не могли точно установить. Эти породы прорывают силурийско-раннедевонские вулканогенные образования малоуральской свиты, раннесреднедевонские терригенные породы варчатинской свиты, а также раннесреднедевонские плагиигранитоиды главной интрузивной фазы собского комплекса [7]. Верхний предел формирования пород конгорского комплекса определяется тем, что они расчленены дайками субщелочных долеритов мусюрского комплекса, возраст которых считают позднедевонско-раннекаменноугольным [7] или пермотриасовым [6, 8]. Изотопное датирование пород конгорского комплекса также не дало надёжно обоснованного возраста. К-Ar-методом по монофракциям минералов и валовым пробам пород Конгорского массива получены датировки (310±20), (331±7), (331±5), (342±3) млн лет, соответствующие раннему—среднему карбону [5]. Большой разброс К-Ar-датировок минералов и пород конгорского комплекса (от 248 до 376 млн лет) приведен также в работе В. Л. Андреичева [1]. Температура закрытия К-Ar-изотопной системы биотита и амфибола — около 350° и 550° соответственно [20], а в случае вторичных изменений и деформаций пород эти пороговые значения могут быть еще ниже. Можно предполагать, что К-Ar-система в минералах из пород конгорского комплекса могла быть нарушена в ходе термальных событий, сопровождавших формирование в конце палеозоя аккреционно-коллизийного Уральского орогена. В этом случае молодые К-Ar-датировки отражают не время образования пород, а время их последующего преобразования.

Результаты U-Pb (SIMS)-датирования индивидуальных кристаллов циркона из пород Конгорского массива также не дали окончательной ясности. Исследование (SHRIMP-II, ЦИИ ВСЕГЕИ) цирконов из образца монцодиорита главной интрузивной фазы Конгорского массива [6] (рис. 2) дало два возрастных интервала — 396–402 млн лет и 363–380 млн лет, первый из которых интерпретируется как возраст цирконов, захваченных из вмещающих диоритов собского комплекса, а второй — как время кристаллизации цирконов собственно конгорского комплекса. Нами [13] тем же методом (U-Pb SIMS, SHRIMP-RG, Стэнфорд), в том числе для одного образца диоритов (массив Диоритовый, г. Северная Манюкю), были получены две подобные группы возрастов — 392–400 и 360–384 млн лет (рис. 2). Но на основании детального исследования строения зерен циркона мы предполагаем, что более древний возрастной интервал отвечает времени формирования диоритов конгорского комплекса, а более молодой связан с преобразованием пород, возможно, при внедрении гранитоидов янаслорского комплекса.

В связи с остающейся неопределенностью мы решили выполнить U-Pb-датирование цирконов из пород поздней дайковой фазы петротипического Конгорского массива, что могло бы помочь определить время завершения формирования этого интрузива и конгорского комплекса в целом.

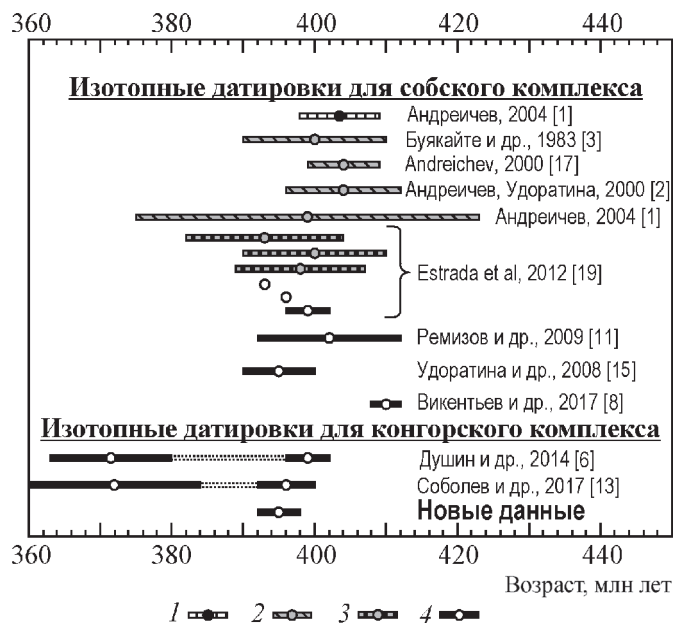


Рис. 2. Обобщение результатов изотопно-геохронологических исследований пород собского и конгорского комплексов Полярного Урала. Изотопные датировки приведены по литературным источникам [1–3, 6, 8, 11, 13, 15, 17, 19] и нашим новым данным. Методы изотопного датирования: 1 — К-Ar, 2 — Rb-Sr, 3 — Ar-Ar, 4 — U-Pb

Fig. 2. Summary chart of geochronological ages for the rocks of the Sobsky and Kongor Complexes of the Polar Urals. Isotopic ages used from [1–3, 6, 8, 11, 13, 15, 17, 19] and from our new data. Isotopic dating methods: 1 — K-Ar, 2 — Rb-Sr, 3 — Ar-Ar, 4 — U-Pb

Геологическая позиция и строение Конгорского массива

Конгорский массив расположен в бассейне рек Макарурузь и Хараматолоу (рис. 3). Он имеет штокообразную форму и размеры в плане 7.5×10 км при вертикальной мощности более 3 км. На севере, западе и востоке массива его контакты с раннедевонскими диоритоидными и габброидными собского комплекса преимущественно тектонические, и только на небольшом участке в северной части массива во время геологического картирования масштаба 1:50 000 П. М. Кучериной (1991 г.) были установлены фрагменты дотектонического «горячего» контакта с кварцевыми диоритами собского комплекса, с экзоконтактовой зоной метаморфизованных и ороговикованных пород мощностью первые сотни метров [5]. На юге породы Конгорского массива прорывают метаморфизованные и интенсивно дислоцированные позднеордовикские вулканы устьконгорской свиты с образованием в последних магнетитовых скарнов (рудопоявление Первая Рудная Горка).

Главная интрузивная фаза массива сложена преимущественно порфировидными породами среднего состава нормальной и повышенной щёлочности — габбро, диоритами, кварцевыми диоритами, монцогаббро, монцодиоритами и кварцевыми монцодиоритами. Они расчленены дайками монцодиорит-порфиров, кварцевых монцодиорит-порфиров и монцогаббро, представляющими собой позднюю интрузивную фазу. Дайки, хорошо выраженные в рельефе, образуют скальные выходы, возвышающиеся на фоне вмещающих пород главной интрузивной фазы. Мощность даек от 1 до 20 метров, для них характерно СЗ-, СЗЗ- и

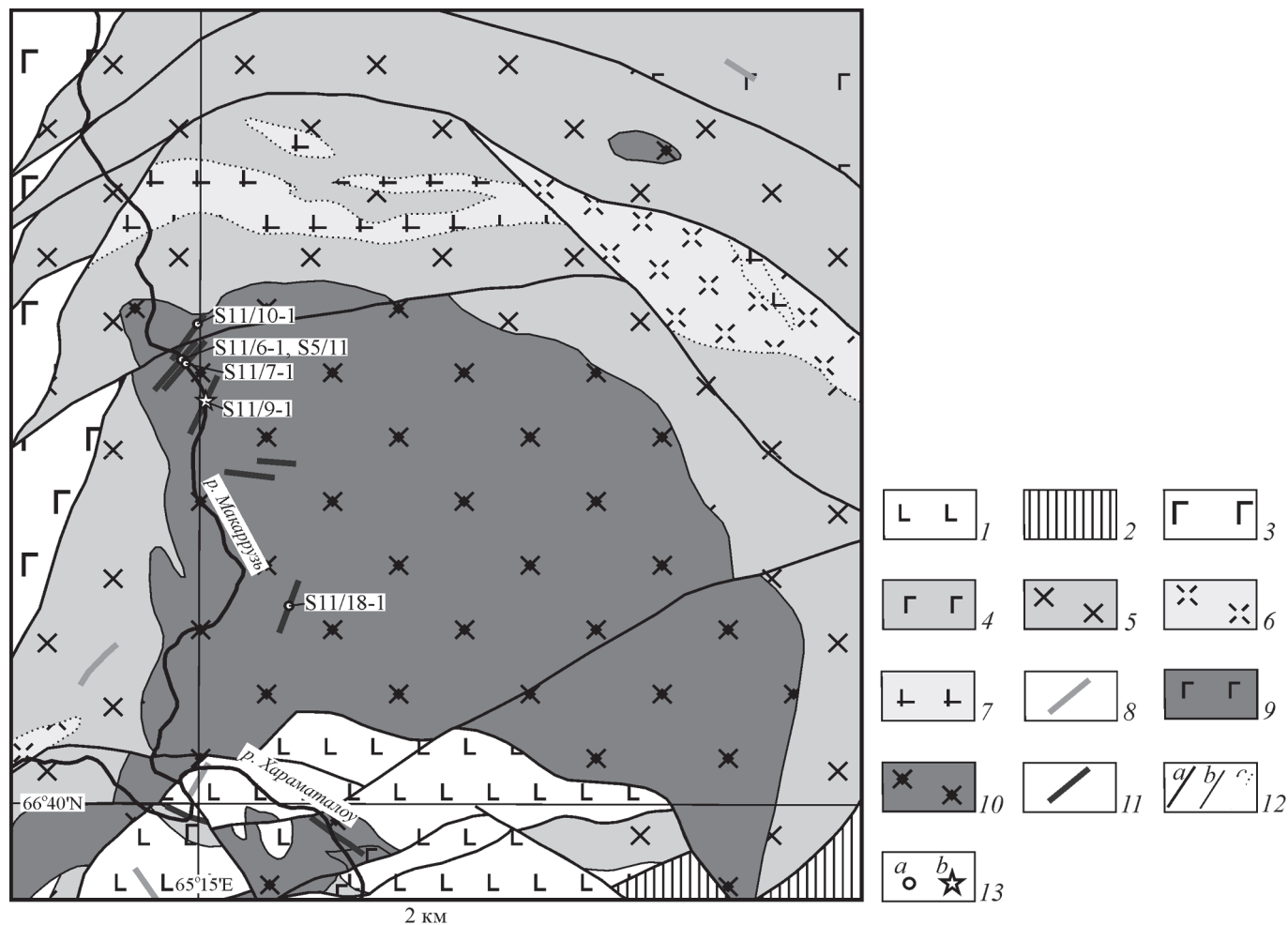


Рис. 3. Геологическая карта бассейна р. Макаруз (по [5]), с изменениями:

1, 2 — стратифицированные образования: 1 — средне-верхнеордовикские вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования устьконгорской свиты, 2 — юрско-меловые осадочные отложения Западно-Сибирской плиты; 3–11 — plutonic formations: 3 — среднепозднеордовикские метабазиты кэршорского комплекса, 4–8 — раннесреднедевонские образования собского комплекса: 4 — габброиды ранней интрузивной фазы, 5, 6, 7 — диориты, тоналиты, трондьемиты главной интрузивной фазы соответственно, 8 — дайки плагиогранитоидов поздней фазы, 9–11 — среднедевонско-раннекаменноугольные (?) образования конгорского комплекса: 9 — габброиды ранней интрузивной фазы, 10 — диориты и монзонитоиды главной интрузивной фазы, 11 — дайки монзонитоидов поздней фазы; 12 — границы: a — тектонические, b — геологические, c — фациальные; 13 — точки наблюдения с номерами образцов пород: a — образцы, для которых определён химический состав, b — образец, из которого продатированы цирконы

Fig. 3. Geological map of the Makarruz river basin according to [5], with changes.

Captions: 1, 2 — stratified formations: 1 — Middle to Upper-Ordovician volcanogenic and volcanogenic-sedimentary rocks of the Ust'Kongor Formation, 2 — Jurassic to Cretaceous sedimentary rocks of the West Siberian plate, 3–11 — plutonic formations: 3 — Middle to Late Ordovician metabasites of the Kershor Complex, 4–8 — Early to Middle Devonian formations of the Sobsky Complex: 4 — gabbroids of the early intrusive phase, 5, 6, 7 — diorites, tonalites, and trondhjemitites of the main intrusive phase, respectively, 8 — dikes of plagiogranitoids of the late phase, 9–11 — Middle Devonian to Early Carboniferous (?) formations of the Kongor Complex: 9 — gabbroids of the early intrusive phase, 10 — diorites and monzonitoids of the main intrusive phase, 11 — monzonitoid dikes of the late phase, 12 — boundaries: a — tectonic, b — geological, c — between different intrusive rock types; 13 — sampling locations: a — samples for chemical analyses, b — samples for zircon dating

З-падение с различными углами наклона (от 40 до 90°). Контакты с вмещающими диоритами и монцодиоритами — резкие, секущие, с выраженными зонами закалки. Монцодиорит-порфиры преобладают среди пород дайковой фазы Конгорского массива, поэтому именно эти породы были отобраны нами в одной из даек для извлечения и датирования цирконов.

Методы исследования

Минеральный состав пород определялся методами оптической микроскопии в ГИН РАН (г. Москва) и уточнялся на электронном сканирующем микроскопе Tescan VEGA-II XMU с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy 450 и спектрометром с волно-

вой дисперсией Oxford INCA Wave 700 в ИЭМ РАН, (г. Черноголовка).

Силикатный анализ пород производился в лаборатории химии минерального сырья ИГ Коми НЦ УрО РАН методом рентгено-спектрального флуоресцентного анализа (аналитик С. Т. Неверов). Содержания в породах элементов-примесей определены методом ICP-MS в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН (аналитик Я. В. Бычкова).

U-Pb-датирование и анализ элементов-примесей в индивидуальных кристаллах циркона проводился методом SIMS на ионном микрозонде SHRIMP-RG, принадлежащем Стэнфордскому университету и Геологической службе США, согласно методике, опи-



санной в статье [18]. Для определения изотопного состава U и Pb проводилась калибровка по цирконово-му стандарту Temora-2 (416.8 млн лет, Black et al., 2004). Концентрации элементов-примесей (Ti, Fe, Y, REE, Hf, U, Th) были рассчитаны относительно состава циркона Мадагаскар Грин (MAD) (Barth & Wooden, 2010).

Минеральный и химический состав пород

В центральных частях даек монцодиорит-порфиры имеют резко порфировидную структуру, в эндо-контактных частях наблюдаются признаки динамо-метаморфических преобразований. Порфировидные выделения (15–40 об. %) представлены крупными (7–20 мм) преимущественно вытянутыми вдоль плоскости контакта субидiomорфными зональными кристаллами плагиоклаза (An_{52-17}) и небольшими (0.5–1.0 мм) зёрнами и гломеропорфировыми сростками интенсивно амфиболитизированного диопсида ($Wo_{150-52}En_{36-38}Fs_{11-14}$), которые заключены в основную мелко-, тонкозернистую биотит-кварц-плагиоклаз-кашлишпатовую массу. Среди акцессорных минералов встречаются апатит, ильменит, магнетит и титаномагнетит, зерна последнего по краям и трещинам часто бывают замещены титанитом. Кварцевые монцодиорит-порфиры, слагающие некоторые дайки, содержат больше кварца (до 15 %) при меньших количествах темноцветных минералов.

Субщелочные породы, слагающие дайки Конгорского массива, характеризуются калий-натриевым и в меньшей степени калиевым типами щёлочности и классифицируются как монцодиориты, кварцевые монцодиориты и монцобаббро. Породы относятся к шошонит-латитовой и высококальциевой известково-щелочной сериям и для них характерны следующие вариации состава (мас. %): SiO_2 (51.2–59.6), TiO_2 (0.6–0.7), Al_2O_3 (14.3–17.4), $FeO_{общ.}$ (5.5–7.5), MgO (3.0–7.7), CaO (4.9–7.9), Na_2O (2.4–3.6), K_2O (2.8–3.6).

Концентрации и характер распределения элементов-примесей во всех исследованных породах похожи и типичны для надсубдукционных образований. При умеренных суммарных содержаниях редкоземельных элементов (РЗЭ) от 78.7 до 108.8 г/т отмечается заметное обогащение лёгкими РЗЭ относительно тяжёлых (La_N/Yb_N 6.5–8.9). Составы пород, нормированные к примитивной мантии, обогащены крупноионными литофильными элементами-примесями (Cs, Rb, Ba, Sr, Pb), а также Th и U относительно высокозарядных элементов (Y, Zr, Hf, Nb, Ta), они характеризуются хорошо проявленными положительными аномалиями по Pb, Sr, U и отрицательными — по Nb и Ta.

Результаты датирования цирконов из монцодиорит-порфиров

Цирконы были отобраны из монцодиорит-порфиров (обр. S11/9-1, левый борт среднего течения р. Макаруз, N 66°43'42", E 65°15'6", рис. 3), слагающих дайку мощностью около 5 метров, прорывающую породы главной интрузивной фазы в западной части Конгорского массива. Было продатировано 10 индивидуальных кристаллов циркона (табл. 1, данные анализов приведены в порядке увеличения возрастов). В тех же зёрнах были определены содержания элементов-примесей (табл. 2, данные анализов приведены в порядке увеличения возрастов).

Цирконы представлены идиоморфными бипирамидально-призматическими зёрнами размером 30–160 мкм, иногда имеющими слегка скругленные вершины. Кристаллы прозрачные, светло-желтые, в различной степени удлиненные ($K_{удл}$ — 2.5–6). В катодных лучах (рис. 4) цирконы имеют яркое и умеренно-яркое свечение. Преобладают зёрна с контрастной секториальной (зёрна № 1, 2, 7, 9, 10) и слабоконтрастной (часто размытой) осцилляционной (зёрна № 3, 4, 5) зональностью. В двух зёрнах зональность почти отсутствует (№ 6, 8).

Таблица 1. Результаты U-Pb SIMS-изотопного анализа зерен циркона из монцодиорит-порфиров конгорского комплекса (обр. S11/9-1, Конгорский массив, р. Макаруз)

Table 1. Results of U-Pb SIMS-isotopic analysis of zircon grains from the monzodiorite porphyries of the Kongor Complex (sample S11/9-1, Kongor Pluton, the Makarruz River)

№ анализа / Analysis No.	$^{206}Pb_c$, %	Содержание, г/т / Content, ppm			$^{232}Th/^{238}U$	Изотопные отношения, ± % (1σ) / Isotopic ratios ± % (1σ)			Rho	Возраст, млн лет, ± 1σ / Age, Ma, ± 1σ		D, %
		U	Th	$^{206}Pb^*$		$^{207}Pb/^{206}Pb$	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{206}Pb/^{238}U$		$^{206}Pb/^{238}U$	$^{207}Pb/^{206}Pb$	
4.1	–0.24	171	76	9.0	0.46	0.0583 ± 3.4	0.494 ± 4.9	0.0615 ± 3.5	0.72	385 ± 13	540 ± 75	40
7.1	0.00	152	58	8.2	0.39	0.0565 ± 2.4	0.487 ± 2.5	0.0624 ± 0.9	0.35	390 ± 3	472 ± 52	21
8.1	0.19	96	35	5.1	0.38	0.0546 ± 4.1	0.470 ± 4.2	0.0624 ± 1.1	0.25	390 ± 4	395 ± 91	1
3.1	0.48	104	38	5.6	0.38	0.0524 ± 5.2	0.451 ± 5.4	0.0624 ± 1.7	0.31	390 ± 6	302 ± 118	–23
9.1	0.13	144	70	7.8	0.50	0.0534 ± 3.2	0.461 ± 4.0	0.0626 ± 2.4	0.60	392 ± 9	344 ± 71	–12
5.1	0.19	193	98	10.4	0.52	0.0509 ± 3.1	0.440 ± 3.2	0.0627 ± 0.8	0.26	392 ± 3	235 ± 72	–40
6.1	0.71	148	80	8.1	0.56	0.0560 ± 6.4	0.489 ± 6.5	0.0633 ± 1.1	0.17	396 ± 4	450 ± 143	14
2.1	0.28	184	109	10.1	0.61	0.0549 ± 3.2	0.482 ± 3.3	0.0637 ± 0.8	0.25	398 ± 3	408 ± 72	3
10.1	–1.00	52	16	2.9	0.32	0.0606 ± 8.3	0.534 ± 8.5	0.0639 ± 1.4	0.17	400 ± 6	624 ± 180	56
1.1	0.14	119	64	6.6	0.55	0.0538 ± 3.4	0.478 ± 3.5	0.0644 ± 1.0	0.28	403 ± 4	363 ± 76	–10

Примечания. Ошибка в калибровке стандарта составляет 0.50 %; $^{206}Pb_c$ и $^{206}Pb^*$ — содержание обыкновенного и радиогенного свинца соответственно; изотопные отношения и возрасты скорректированы по измеренному ^{204}Pb ; D — дискордантность: $D = 100 \cdot [\text{возраст } (^{207}Pb/^{206}Pb)/\text{возраст } (^{206}Pb/^{238}U) - 1]$; Rho — коэффициент корреляции между ошибками определения изотопных отношений $^{206}Pb/^{238}U$ и $^{207}Pb/^{235}U$.

Notes. Error in calibration of standard is 0.50 %; $^{206}Pb_c$ and $^{206}Pb^*$ — content of common and radiogenic lead, respectively; isotopic ratios and ages are corrected from measured ^{204}Pb ; D — discordance: $D = 100 \cdot [\text{age } (^{207}Pb/^{206}Pb)/\text{age } (^{206}Pb/^{238}U) - 1]$; Rho is correlation coefficient between $^{206}Pb/^{238}U$ and $^{207}Pb/^{235}U$ isotope ratio detection errors.

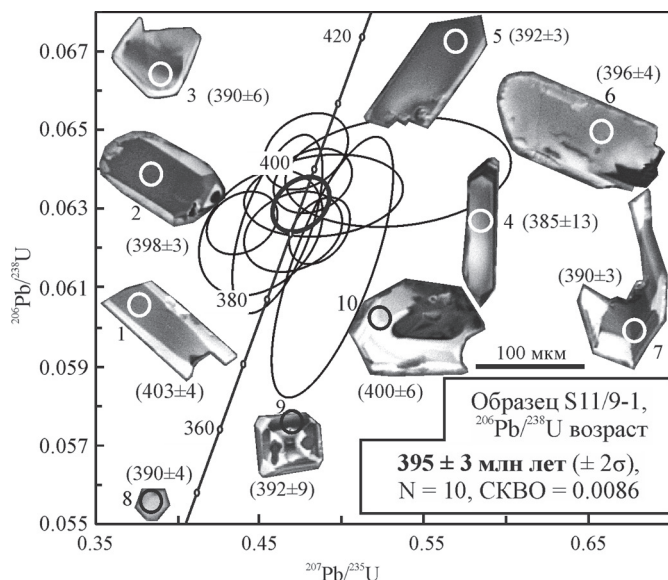


Рис. 4. Католюминесцентные изображения цирконов с номерами датированных зерен и графики с конкордией для возрастов цирконов из монцодиорит-порфиров поздней фазы Конгорского массива (обр. S11/9-1). Эллипсы погрешностей соответствуют 2σ

Fig. 4. Cathodoluminescence images of zircons with spot numbers and ages, conventional concordia diagram for zircons from monzodiorite porphyries of the late phase of the Kongor Pluton (sample S11/9-1). Errors are shown as ellipses at the 2σ level

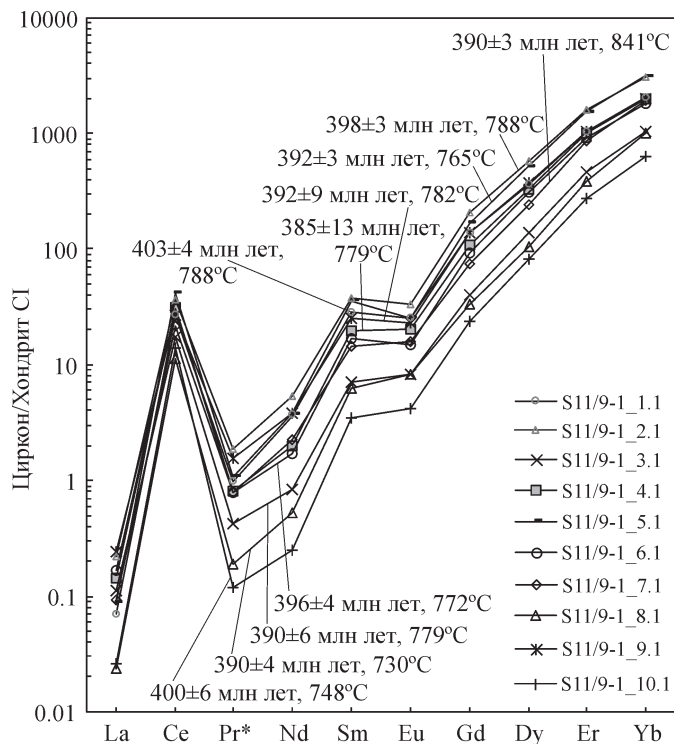


Рис. 5. Графики распределения РЗЭ в цирконах из монцодиорит-порфиров поздней фазы Конгорского массива (обр. S11/9-1). Содержания РЗЭ нормированы к составу хондрита C1 по [22]

Fig. 5. REE patterns for zircons from monzodiorite-porphyrates of the late phase of the Kongor Pluton (sample S11/9-1). REE concentrations are normalized to chondrite C1 after [22]

Таблица 2. Содержания элементов-примесей в цирконах из монцодиорит-порфиров конгорского комплекса (обр. S11/9-1, Конгорский массив, р. Макаруз)

Table 2. Trace element composition (ppm) in zircons from the monzodiorite porphyries of the Kongor Complex (sample S11/9-1, Kongor Pluton, the Makarruz River)

Компонент / Component	Номера анализируемых областей в кристаллах циркона / Numbers of the analyzed regions in zircon crystals									
	4.1	7.1	8.1	3.1	9.1	5.1	6.1	2.1	10.1	1.1
La	0.03	0.02	0.01	0.03	0.06	0.02	0.04	0.05	0.01	0.02
Ce	18.96	13.05	6.88	10.49	16.26	25.62	18.77	22.41	8.67	16.47
Pr*	0.08	0.07	0.02	0.04	0.15	0.10	0.07	0.18	0.01	0.09
Nd	0.92	1.04	0.25	0.39	1.79	1.77	0.80	2.53	0.12	1.68
Sm	3.03	2.23	0.97	1.09	3.80	5.45	2.58	5.75	0.54	4.34
Eu	1.17	0.92	0.48	0.48	1.32	1.47	0.87	1.93	0.24	1.46
Gd	22.44	15.39	6.88	8.32	28.73	34.49	19.15	42.09	4.83	28.64
Dy	83.87	61.04	26.51	34.70	95.59	131.75	78.15	144.27	20.93	92.41
Er	164.88	140.64	64.56	76.10	169.45	254.96	152.89	265.69	45.95	173.38
Yb	337.27	325.69	168.17	175.81	340.76	530.46	311.69	513.38	108.44	347.35
Fe	5.92	1.27	1.32	2.50	1.39	1.58	4.96	2.62	0.67	0.72
⁴⁸ Ti	6.93	12.41	4.14	6.90	7.14	6.00	6.41	7.53	5.02	7.54
⁴⁹ Ti	7.12	12.09	3.96	6.79	7.52	5.89	6.55	7.32	5.05	7.43
Y	913.29	749.99	343.28	410.84	979.24	1399.25	819.92	1493.07	250.81	988.81
Hf	9728.18	9942.90	11696.93	10301.74	10233.54	12442.49	11375.89	10792.02	10147.76	10459.91
Th	76.13	57.54	34.87	38.04	69.73	97.57	80.27	108.96	16.04	63.91
U	171.01	152.18	96.06	104.14	144.37	192.92	148.13	183.79	51.98	119.22
Th/U	0.45	0.38	0.36	0.37	0.48	0.51	0.54	0.59	0.31	0.54
Eu/Eu*	0.31	0.36	0.42	0.35	0.28	0.25	0.27	0.27	0.31	0.30
Ce/Ce*	64.58	49.28	107.28	63.93	29.93	71.58	64.12	34.96	197.63	52.11
ΣPЗЭ	632.6	560.1	274.7	307.4	657.9	986.1	585.0	998.3	189.7	665.8
Yb _N /La _N	13980	20711	42361	9242	8208	35345	10972	13566	24655	29425
T(⁴⁸ Ti) °C	779	841	730	779	782	765	772	788	748	788
Возраст, млн лет / Age, Ma	385	390	390	390	392	392	396	398	400	403

Для цирконов характерны низкие концентрации U и Th — 52–193 и 16–109 г/т соответственно при выдержанных значениях Th/U — 0.31–0.59 (табл. 2). При значительных вариациях суммарных концентраций РЗЭ (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Er, Yb) от 190 до 998 г/т характер их распределения весьма похож. Для РЗЭ в цирконах характерна четко выраженная дифференциация с сильным обогащением тяжёлыми РЗЭ относительно лёгких (Yb_N/La_N — 8208–42361), значительная по величине положительная Ce-аномалия (Ce/Ce^* — 30–107) и небольшая отрицательная Eu-аномалия (Eu/Eu^* — 0.25–0.42) (рис. 5, табл. 2). По содержанию Ti в цирконе [23] оценена модельная температура кристаллизации, она варьирует в интервале 841–730 °C (при $a_{SiO_2}=1$ и $a_{TiO_2}=0.7$). Сходство состава цирконов (рис. 5) свидетельствует о том, что все проанализированные зерна имеют одинаковое происхождение, а по характеру распределения РЗЭ и данным Ti-термометрии цирконы соответствуют типичным цирконам магматического генезиса [21].

По 10 анализам получен диапазон $^{206}Pb/^{238}U$ -возрастов 385–403 млн лет. Рассчитанный средний конкордантный возраст (рис. 4) — (395 ± 3) млн лет ($2\sigma_{CKBO}=0.0086$).

Обсуждение результатов

Проведенное U-Pb-датирование цирконов из монцодиорит-порфиров поздней дайковой фазы Конгорского массива позволило уточнить время окончания формирования этого интрузива, являющегося петротипическим массивом конгорского комплекса. Все цирконы в исследованном образце показали близкие возрасты, и рассчитанный для них средний конкордантный возраст (395 ± 3) млн лет соответствует времени кристаллизации более древней группы цирконов (392–400 млн лет) из диоритов главной интрузивной фазы конгорского комплекса [13]. С учётом всех опубликованных U-Pb-изотопных датировок цирконов [6, 13] временной диапазон формирования конгорского комплекса составляет 399–395 млн лет (вторая половина эмского века) (рис. 2). Этот диапазон близок к нижней границе возраста этого комплекса, предполагаемого по геологическим данным, а также коррелируется со временем формирования части плагиогранитоидов собского комплекса, возраст которого надёжно установлен по геологическим и многочисленным изотопным [1–3, 8, 11, 15, 17, 19] датировкам — 410–393 млн лет (пражско-раннеэйфельское время) (рис. 2).

Заключение

Результаты U-Pb-датирования цирконов из пород поздней дайковой фазы Конгорского массива свидетельствуют о том, что завершение формирования этого массива происходило в конце раннего девона в эмское время. Полученные данные имеют важное значение для уточнения возраста конгорского комплекса, поскольку Конгорский массив является петротипическим.

Авторы благодарят М. А. Кобла (Стэнфордский университет, Стэнфорд, США), выполнившего U-Pb SIMS-датирование цирконов и анализ в них элементов-примесей, С. Т. Неверова (ИГ Коми НЦ УрО РАН), выполнившего определение петрогенных элементов в породах методом рентгено-флуоресцентного спектрального анализа, Я. В.

Бычкову (ИГЕМ РАН) за анализ элементов-примесей в породах методом ICP-MS.

Изготовление петрографических шлифов, получение катодолюминесцентных изображений кристаллов циркона, их U-Pb-датирование и определение в них элементов-примесей выполнены за счет средств гранта РФФИ «Мой первый грант» (№ 16-35-00552). Определение минерального и химического состава пород произведено за счет средств гранта РНФ (№ 16-17-10251).

Литература

1. Андреев В. Л. Изотопная геохронология ультрамафит-мафитовых и гранитоидных ассоциаций восточного склона Полярного Урала. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 44 с.
2. Андреев В. Л., Удоратина О. В. Новые данные о возрасте гранитоидов конгорского комплекса (Полярный Урал) // Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты: Тез. докл. I Российской конф. по изотопной геохронологии. М.: ГЕОС, 2000. С. 28–30.
3. Геохимия изотопов в офиолитах Полярного Урала / М. И. Буякайте, В. И. Виноградов, В. Н. Кулешов и др. М.: Наука, 1983. 183 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 376).
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Западно-Сибирская. Лист Q-42 (Салехард). Объяснительная записка / Л. И. Зылёва, А. Л. Коновалов, А. П. Казак и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 396 с.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000 2-е изд. Серия Полярно-Уральская. Лист Q-41-XII. Объяснительная записка / А. П. Прямонов, А. Е. Степанов, Т. В. Телегина и др. СПб, 2001, 213 с.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. 2-е изд. Серия Полярно-Уральская. Лист Q-42-VII, VIII (Обской). Объяснительная записка. В. А. Душин, О. П. Сердюкова, А. А. Малюгин и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 384 с.
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист Q-41 (Воркута). Гл. ред. В. П. Водолазская. Объяснительная записка / М. А. Шишкин, А. П. Астапов, Н. В. Кабатов и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007. 541 с.
8. Золотопорфировое Петропавловское месторождение (Полярный Урал): геологическая позиция, минералогия и условия образования / И. В. Викентьев, Р. Х. Мансуров, Ю. Н. Иванова и др. // Геология рудных месторождений. 2017. Т. 59. № 6. С. 501–541.
9. Кузнецов Н. Б., Романюк Т. В. Палеозойская эволюция Полярного Урала: Войкарский бассейн с корой океанического типа существовал не менее 65 млн лет // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2014. № 5. С. 56–70.
10. Кузнецов Н. Б., Удоратина О. В., Андреев В. Л. Палеозойское изотопное омоложение комплексов доуралид и проблема эволюции восточной окраины Восточно-Европейского континента в палеозое // Вестник ВГУ. Сер. геол. 2000. Вып. 9. С. 15–19.
11. Магматизм Малоуральской островной дуги (Полярный Урал) / Д. Н. Ремизов, С. И. Григорьев, С. Ю. Петров и др. Отв. ред. Н. П. Юшкин // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XV геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар: Геопринт, 2009. Т. II, С. 322–324.
12. Ремизов Д. Н. Островодужная система Полярного Урала (петрология и эволюция глубинных зон). Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 221 с.



13. Соболев И. Д., Удоратина О. В., Ген Ц. Возраст и изотопно-геохимические характеристики диоритов конгорского комплекса (массив Диоритовый, Полярный Урал) // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Сборник статей V Всероссийской молодежной геологической конференции / Ред. Ф. Р. Ардисламов. Уфа: ООО Альфа-реклама, 2017. С. 132–139.

14. Удоратина О. В., Кузнецов Н. Б. Собский плагиогранитный комплекс Полярного Урала // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2007. Т. 82. Вып. 3. С. 49–59.

15. Удоратина О. В., Кузнецов Н. Б., Ларионов А. Н., Шишкин М. А. U-Pb-возраст плагиогранитоидов Собского массива (Полярный Урал) / Отв. ред. Л. В. Махлаев, А. Ф. Хазов. Петрология и минералогия севера Урала и Тимана // Сыктывкар: Геопринт, 2008. № 5. С. 52–62.

16. Язева Р. Г., Бочкарев В. В. Войкарский вулканоплутонический пояс (Полярный Урал). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984, 160 с.

17. Andreichev V. L. Geochronology of metamorphic and magmatic processes in the crustal evolution of the Polar Urals // INTAS-EUROPE TİMPEBAR-URALIDES workshop. St. Petersburg: Geotryckeriet, 2000, P. 1.

18. Barth A. P., Tani K., Meffre S. et. al. Generation of silicic melts in the early Izu-Bonin arc recorded by detrital zircons in proximal arc volcanoclastic rocks from the Philippine Sea: Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2017, V. 18, Issue 10, pp. 3576–3591. doi: 10.1002/2017GC006948.

19. Estrada S., Henjes-Kunst F., Burgath K.-P. et. al. Insights into the magmatic and geotectonic history of the Voikar Massif, Polar Urals // Z. Deutschen Ges. Geowissenschaften. 2012, V. 163/1. P. 9–41. DOI: 10.1127/1860-1804/2012/0163-0009.

20. Hodges K. V. Geochronology and Thermochronology in Orogenic Systems. In: Treasure on Geochemistry. Oxford. UK: Elsevier, 2004, P. 263–292.

21. Hoskin P. W. O., Schaltegger U. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis // Rev. Mineral. Geochem. 2003. V. 53. P. 27–62.

22. Sun S. S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Geol. Soc. London. Spec. Publ. 1989. V. 42. P. 313–345.

23. Watson E. B., Wark D. A., Thomas J. B. Crystallization thermometers for zircon and rutile // Contrib. Mineral. Petrol. 2006, V. 151. P. 413–433.

References

1. Andreichev V. L. *Izotopnaya geohronologiya ultramafit-mafitovyh i granitoidnyh asociacij vostochnogo sklona Polyarnogo Urala* (Isotope geochronology of ultramafic-mafic and granitoid associations of the eastern slope of the Polar Urals). Syktyvkar: Geoprint, 2004, 44 pp.

2. Andreichev V. L., Udoratina O. V. *Novye dannye o vozraste granitoidov kongorskogo kompleksa (Polyarnyj Ural)* (New data on the age of granitoids of the Kongor Complex (the Polar Urals)). *Izotopnoe datirovanie geologicheskikh processov: novye metody i rezul'taty. Tez. Dokl. I Rossijskoj konf. po izotopnoj geohronologii*. Moscow: GEOS, 2000, pp. 28–30.

3. *Geohimiya izotopov v ofiolitah Polyarnogo Urala* (Geochemistry of isotopes in the ophiolites of the Polar Urals). *Tr. GIN AN SSSR*. M. I. Buyakajte, V. I. Vinogradov, V. N. Kuleshov et. al. Moscow: Nauka, 1983, V. 376, 183 pp.

4. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1:1000000 (trete pokolenie). Seriya Zapadno-Sibirskaya. List Q-42 (Salekhard). Obyasnitelnaya zapiska* (State

Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 1,000,000 (third generation). The West Siberian series. Sheet Q-42 (Salekhard). Explanatory note). L. I. Zilyova, A. L. Kononov, A. P. Kazak et. al. St. Petersburg: *Kartograficheskaya fabrika VSEGEI*, 2014. 396 pp.

5. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1:200000 (izdanie vtoroe). Seriya Polyarno-Ural'skaya. List Q-41-XII. Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 200000 (second edition). The Polar Urals series. Sheet Q-41-XII. Explanatory note). A. P. Pryamonosov, A. E. Stepanov, T. V. Teregina et. al. St. Petersburg, 2001, 213 pp.

6. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1:200000. Izdanie vtoroe. Seriya Polyarno-Ural'skaya. List Q-42-VII, VIII (Obskoj). Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 200,000. Second edition. The Polar Urals series. Sheet Q-42-VII, VIII (Obskaya). Explanatory note). V. A. Dushin, O. P. Serdyukova, A. A. Malyugin et. al. St. Petersburg: *Kartograficheskaya fabrika VSEGEI*, 2014, 384 pp.

7. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1:1000000 (tret'e pokolenie). Seriya Ural'skaya. List Q-41 (Vorkuta). Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 1,000,000 (third generation). The Urals series. Sheet Q-41 (Vorkuta). Explanatory note). Ed. V. P. Vodolazskaya. M. A. Shishkin, A. P. Astapov, N. V. Kabatov et. al. St. Petersburg: *Kartograficheskaya fabrika VSEGEI*, 2007, 541 pp.

8. *Zoloto-porfirovoye Petropavlovskoe mestorozhdenie (Polyarnyj Ural): geologicheskaya poziciya, mineralogiya i usloviya obrazovaniya* (Gold-porphyry Petropavlovskoye ore deposit (the Polar Urals): geological position, mineralogy and conditions of formation). I. V. Vikentev, R. H. Mansurov, Yu. N. Ivanova et. al. *Geologiya rudnykh mestorozhdenij*, 2017, V. 59, No. 6, pp. 501–541.

9. Kuznetsov N. B., Romanyuk T. V. *Paleozojskaya ehvoljuciya Polyarnogo Urala: Vojkarskij bassejn s koroj okeanicheskogo tipa sushchestvoval ne menee 65 mln let* (Paleozoic evolution of the Polar Urals: the Voykar basin with an oceanic crust existed for at least 65 million years). *Bull. MOIP. Otdel Geologicheskij*, 2014, No. 5, pp. 56–70.

10. Kuznetsov N. B., Udoratina O. V., Andreichev V. L. *Paleozojskoe izotopnoe omolozhenie kompleksov douralid i problema ehvoljucii vostochnoj okrainy Vostochno-Evropejskogo kontinenta v paleozoe* (Paleozoic isotope rejuvenation of the Pre-Uralides complexes and the problem of the evolution of the eastern margin of the Eastern European continent in the Paleozoic). *Vestnik VGU. Ser. Geologicheskaya*, 2000, V. 9, pp. 15–19.

11. *Magmatizm Malouralskoj ostrovnogo dugi (Polyarnyj Ural)* (Magmatism of the Malyi Ural island arc (the Polar Urals)). *Geologiya i mineral'nye resursy evropejskogo severo-vostoka Rossii. Materialy XV geol. s'ezda Respubliki Komi*. Ed. N. P. Yushkin, D. N. Remizov, S. I. Grigorev, S. Yu. Petrov et. al. Syktyvkar: Geoprint, 2009, V. II, p. 322–324.

12. Remizov D. N. *Ostrovoduzhnaya sistema Polyarnogo Urala (petrologiya i ehvoljuciya glubinyh zon)* (The island-arc system of the Polar Urals (petrology and evolution of deeper zones)). Ekaterinburg: *UrO RAN*, 2004, 221 pp.

13. Soboлев И. Д., Удоратина О. В., Ген Тс. *Vozrast i izotopno-geohimicheskie harakteristiki dioritov kongorskogo kompleksa (massiv Dioritovyj, Polyarnyj Ural)* (The age and isotope-geochemical characteristics of the diorites from the Kongor Complex (the Diorite Pluton, the Polar Urals)). *Geologiya, geoekologiya i resursnyj potencial Urala i sopredel'nyh territorij: Sbornik statej V Vserossijskoj molodezhnoj geologicheskoy konferencii*. Ed. F. R. Ardislamov. Ufa: *ООО Альфа-реклама*, 2017, pp. 132–139.

14. Udoratina O. V., Kuznetsov N. B. *Sobskij plagiogranitnyj kompleks Polyarnogo Urala* (Sobsky plagiogranitic complex of the Polar Urals). *Byulleten MOIP. Otdel Geologicheskij*. 2007, V. 82, No. 3, pp. 49–59.
15. Udoratina O. V., Kuznetsov N. B., Larionov A. N., Shishkin M. A. *U-Pb-vozrast plagiogranitoidov Sobskogo massiva (Polyarnyj Ural)* (U-Pb age of plagiogranitoids of the Sobski Pluton (the Polar Urals)). *Petrologiya i mineralogiya severa Urala i Timana*. Eds. L. V. Mahlaev, A. F. Khazov. Syktyvkar: Geoprint, 2008, No. 5, pp. 52–62.
16. Yazeva R. G., Bochkarev V. V. *Vojkarskij vulkano-plutonicheskij poyas (Polyarnyj Ural)* (Voykar volcano-plutonic belt (the Polar Urals)). Sverdlovsk: *UNC AN SSSR*, 1984, 160 pp.
17. Andreichev V. L. Geochronology of metamorphic and magmatic processes in the crustal evolution of the Polar Urals. INTAS-EUROPROBE TIMPEBAR-URALIDES workshop. St. Petersburg: Geotryckeriet, 2000, p. 1.
18. Barth A.P., Tani K., Meffre S. et al. Generation of silicic melts in the early Izu-Bonin arc recorded by detrital zircons in proximal arc volcanoclastic rocks from the Philippine Sea: *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2017, V. 18, Issue 10, pp. 3576–3591. doi: 10.1002/2017GC006948.
19. Estrada S., Henjes-Kunst F., Burgath K.-P. et al. Insights into the magmatic and geotectonic history of the Voikar Massif, Polar Urals. *Z. Deutschen Ges. Geowissenschaften*. 2012, V. 163/1, pp. 9–41. DOI: 10.1127/1860-1804/2012/0163-0009.
20. Hodges K. V. Geochronology and Thermochronology in Orogenic Systems. In: *Treasure on Geochemistry*. Oxford. UK: Elsevier, 2004, P. 263–292.
21. Hoskin P. W. O., Schaltegger U. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. *Rev. Mineral. Geochem.* 2003. V. 53, pp. 27–62.
22. Sun S. S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 1989, V. 42, pp. 313–345.
23. Watson E. B., Wark D. A., Thomas J. B. Crystallization thermometers for zircon and rutile. *Contrib. Mineral. Petrol.* 2006, V. 151, pp. 413–433.



МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ И ВЫЧЕГОДСКОГО ПРОГИБА

Н. В. Конанова, В. В. Удоратин, А. Ш. Магомедова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

konanova@geo.komisc.ru, udoratin@geo.komisc.ru, asmagomedova@geo.komisc.ru

По геолого-геофизическим данным на территории северо-восточной окраины Русской плиты выявлены узлы пересечения систем ортогональных разломов. В пределах Зимостанского узла были проведены рекогносцировочные и детальные магнитометрические работы. В результате проведенных исследований выявлены три изолированные локальные магнитные аномалии интенсивностью до 15 нТл и размерами в поперечнике 200–450 м. Аномалеобразующие объекты расположены на глубине 50–100 м и представлены в виде штоков (трубок) субвертикального заложения. Фроловский участок является аномальным по наличию неокатанных хромшпинелидов идеального октаэдрического габитуса. Первые результаты микрозондового экспресс-анализа свидетельствуют о том, что содержание Cr_2O_3 в хромшпинелидах превышает 64 %.

Ключевые слова: тектоническое строение, разломные зоны, аномальное магнитное поле, локальная магнитная аномалия.

MAGNETIC ANOMALIES OF THE ADJACENT ZONE OF THE NORTHEASTERN PART OF THE VOLGA-URAL ANTECLISE AND THE VYCHEGDA TROUGH

N. V. Konanova, V. V. Udoratin, A. Sh. Magomedova

Institute Geology, Komi SC, RAS, Syktывkar

According to geological and geophysical data, the nodes of intersection of an interregional orthogonal faults system have been identified at the territory of the northeastern edge of Russian plate. The reconnaissance and detailed magnetometric works were carried out on the Frolovsk site. As a result of our investigations, three isolated local magnetic anomalies with an intensity of 15 nT and 200–450 m in dimensions were revealed. Anomalous objects are located in the depth of 50–100 m and represented as stock (tubes) of subvertical embedment. This region is anomalous by presence of non-rolled chromospinelides with an ideal octahedral habit. The first results of microprobe express analysis of chromospinelides indicate that the Cr_2O_3 content exceeds 64% in them.

Keywords: tectonics, fault zones, anomal magnetic field, local magnetic anomaly, metalgenius.

Введение

Республика Коми расположена в зоне сочленения крупнейших надпорядковых тектонических структур Европейского Северо-Востока России, к которым относятся Русская и Тимано-Печорская плиты. Они имеют сложное гетерогенное строение и длительную геологическую историю. Изученность южных районов РК в отличие от северных нефтегазоносных на сегодняшний день остается крайне низкой. Особенно это касается сейсмических работ, практически отсутствующих в исследуемом регионе. В связи с этим основными источниками данных о строении региона, участвующих в анализе глубинного строения и перспектив минерального сырья, остаются потенциальные поля.

На этапе выбора объекта исследований на территории северо-восточной окраины Русской плиты и сопредельных регионов нами проводились работы по трассированию протяженных разломов, пересекающих структуры Русской, Печорской, Западно-Сибирской плит, Тимана и Урала, с использованием геофизических данных. Интерпретировались аномалии магнитного поля с двухминутным разрешением EMAG2 (World Digital Magnetic Anomaly Map), составленные из спутниковых, аэро- и морских магнитных измерений институтом CIRES (Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences) [1]. Впоследствии для уточнения расположения разломов использовались данные открытой версии интерактивной электронной карты недропользования Российской Федерации, созданной

центром «Минерал» ФГУНПП «Аэрогеология», ФГБУ «ВСЕГЕИ» по заказу Управления геологических основ, науки и информатики Роснедра. В частности, широко применялись карты поля силы тяжести, аномального магнитного поля и космогеологические карты [2, 3, 5].

Основная зона глубинных межрегиональных разломов имеет северо-западное простирание. В магнитном поле и региональной составляющей поля силы тяжести она проявляется зоной горизонтального градиента. Ортогональные к ней разломы северо-восточного простирания выявляются по системе чередующихся полосовых аномалий повышенных и пониженных значений локальных составляющих. Их ширина составляет порядка 25–35 км. Достаточно четко на картах потенциальных полей выявляются субмеридиональные глубинные разломы цепочками полосовых локальных аномалий шириной 5–25 км. Труднее всего трассируются субширотные глубинные разломы по зонам перегибов аномалий, участкам затухания интенсивности, колленообразным изгибам и разрывам линейных аномалий, которые прослеживаются фрагментарно. По результатам предыдущих исследований [4–6, 10, 13, 15] в пределах Тимано-Печорской плиты также выделяются две системы ортогональных разломов — субмеридионально-субширотная (С — Ю, 3 — В) и диагональная (СЗ — ЮВ, СВ — ЮЗ), где наибольшую выраженность в потенциальных полях имеет диагональная система разломов.

Проведенные работы позволили нам выявить узлы пересечения системы ортогональных глубинных разло-

мов на территории северо-восточной окраины Русской плиты. Наименее изученный геолого-разведочными работами район Зимстанского узла пересечения ортогональной системы разломов стал объектом наших исследований. Данный участок располагается в области тройного сочленения Кировско-Кажимского авлакогена и Коми-Пермяцкого свода Волго-Уральской антеклизы с Вычегодским прогибом Мезенской синеклизы, осложненной присутствием высокомагнитных пород Локчимского траппового поля (рис. 1).

Целью настоящих исследований являлось изучение магнитного поля в пределах Зимстанского узла пересечения систем ортогональных глубинных разломов с выявлением локальных магнитных аномалий, связанных с геологическими телами «трубчатого» типа. В статье приводятся первые результаты пешеходных магниторазведочных работ, проведенных на этой территории.

Объекты и методы исследования

В блоковой структуре архейско-раннепротерозойского кристаллического фундамента Русской плиты

площадь Зимстанского узла расположена в зоне краевых дислокаций северо-восточной оконечности Волго-Уральской антеклизы. В структуре осадочного чехла она приурочена к северо-восточной части Кировско-Кажимского авлакогена, находясь в области сочленения последнего с расположенным северо-восточнее Вычегодским прогибом Мезенской синеклизы. Граница между этими структурами проводится достаточно условно по резкому увеличению мощности осадочного чехла. В геологическом строении принимают участие два структурно-формационных этажа, различающихся характером распространения, мощностью, вещественным составом и другими признаками. Нижний отвечает кристаллическому фундаменту платформы. Он сложен (по имеющимся представлениям) метаморфогенными породами архея и нижнего протерозоя. Глубина залегания кристаллического фундамента составляет 2.5–3.5 км, а на северо-востоке поверхность кристаллического фундамента погружается до глубин 3.5–4.5 км и более. Верхний структурно-формационный этаж представлен образованиями осадочного чехла рифейско-вендского, девонского, каменноугольного и пермского возра-

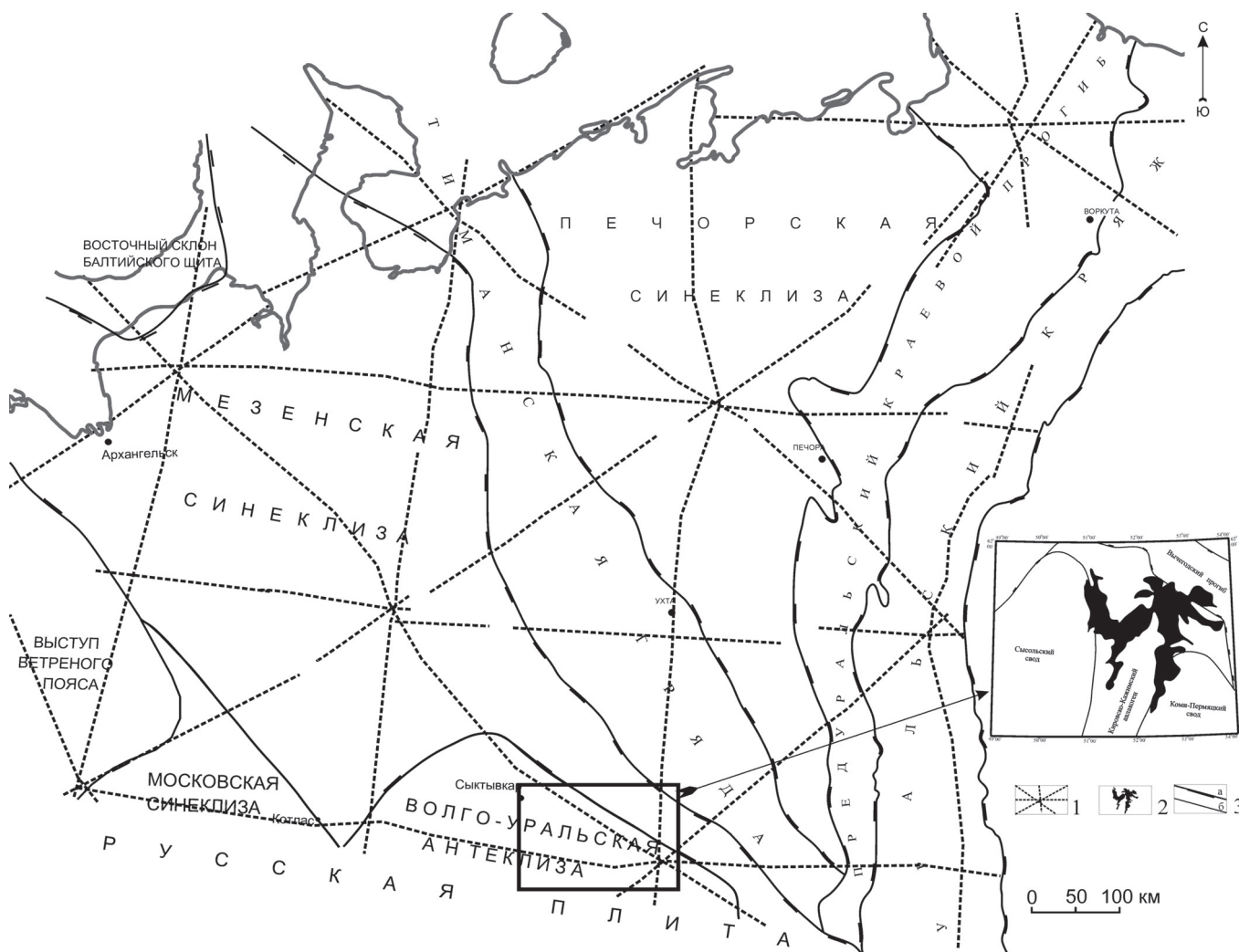


Рис. 1. Схема расположения ортогональных разломов на структурно-тектонической карте фундамента (по [12, 13]) Европейского Северо-Востока России и объекта исследований (во врезке) по структуре платформенного чехла (по [12]): 1 — ортогональные разломы по геофизическим данным и узлы их пересечения; 2 — контуры Локчимского траппового поля (по [7]); 3 — границы структур: надпорядковых (а) и I порядка (б)

Fig. 1. The scheme of orthogonal faults on the structural — tectonic map of basement (according to: [12, 13]) of the European northeast of Russia and the object of research (in the sidebar) on the structure of platform cover (according to: [12]): 1 — orthogonal faults from geophysical data and nodes of their intersection; 2 — contours of the «Lokchim trap field» (according to: [7]); 3 — boundaries of structures: super-order (a) and I order (b)

стов, перекрытыми покровом четвертичных отложений [12, 13 и др.].

Локчимское трапповое поле выявлено в 2002 г. специалистами ЗАО «Аэрогеофизика» при интерпретации данных аэромагнитных и наземных гравиметрических съемок масштаба 1:200000. На территории левобережья среднего течения р. Вытегды ими был выделен аномальный магнитоактивный объект, характеризующийся причудливыми амeboобразными очертаниями, который получил название Локчимского траппового поля [7] (рис. 1, врезка). Проведенные исследования позволили сделать заключение, что данный объект сложен высоконамагниченными и плотными породами и залегает на поверхности дорифейского кристаллического фундамента, от центра которого в разные стороны растекаются лавовые потоки, представленные базальтами и долеритами. Однако буровыми скважинами траппы Локчимского поля пока не вскрыты. Возраст вулканитов Локчимского траппового поля был ими определен по косвенным признакам как среднерифейский, но не исключалась вероятность девонского возраста [4, 6, 7 и др.].

На основе ревизии съемок магнитного и гравиметрического полей масштаба 1:200000 по аномальным значениям поля силы тяжести в редукциях Буге и Фая в пределах Зимстанского узла пересечения ортогональных разломов намечены локальные участки для проведения рекогносцировочных полевых магниторазведочных работ (Локчимский, Фроловский, Зимстанский). Намеченные участки располагались в градиентных зонах на периферии региональных максимумов гравиметрического и магнитного полей, предположительно обусловленных телами основного (ультраосновного (?)) состава, на предмет обнаружения изометричных локальных аномалий магнитного поля в ходе проведения наземной магнитометрической съемки (рис. 2).

Наземные рекогносцировочные и детальные магниторазведочные работы в 2016–2017 гг. проводились в пределах Фроловской аномальной зоны. Всего отработано 17 профилей. Магнитометрические исследования выполнялись пешеходными приборами МИНИМАГ,

которые предназначены для измерения модуля геомагнитного поля. Предел основной систематической погрешности магнитометра при измерении магнитной индукции не превышает ± 2 нТл. Шаг между пунктами наблюдения составлял 50 м. Расстояние между профилями при детальном работах — 100 м. Топографическая привязка выполнялась с помощью навигатора GPS Garmin 62S, точность привязки при полной видимости горизонта достигала 3 метров. Привязка производилась через каждые 100 м.

Одновременно с рядовыми наблюдениями измерялись вариации магнитного поля, которые использовались при обработке и интерпретации магниторазведочных данных по стандартной методике. Магнитометрическая станция устанавливалась в спокойном магнитном поле и вела регистрацию вариаций с шагом в 1 минуту. Привязка времени между магнитометрами выполнялась с помощью GPS Garmin 62S, точность привязки составляла ± 1 секунду.

Шлиховое опробование отрабатывалось по стандартной методике вблизи выявленных локальных магнитных аномалий в руслах ручьев Луктырнаель, Пармаель, Седьель. Объем проб составлял 35–40 л.

Результаты исследований и обсуждения

В рамках полевых сезонов 2016–2017 гг. наземные магниторазведочные работы Фроловского участка проводились как по системе региональных рекогносцировочных профилей с шагом наблюдений 50 м, так и в виде детальной площадной магнитометрической съемки масштаба 1:5000 с целью локализации выявленных в процессе рекогносцировочных маршрутов аномалий.

На первом этапе при помощи компьютерной программы Surfer Golden Software по результатам полевых работ была построена схематическая карта аномального магнитного поля с профилями и пикетами наблюдений (рис. 3), отражающая общее представление о характере поведения магнитного поля на исследуемом участке, которое в принципе не отличается от опубликованных данных. Но в градиентной области перехода от пониженных значений аномального магнитного поля к повышенным нами выявлены по крайней мере три изолированные локальные магнитные аномалии с повышенными значениями магнитного поля небольшой интенсивности.

В пределах этих трех выявленных аномалий нами была проведена детальная площадная магнитометрическая съемка масштаба 1:5000 с целью локализации объектов на местности. Шаг наблюдений составлял 50 м, расстояние между профилями — 100 м.

В результате обработки и интерпретации магниторазведочных данных при помощи программы Microsoft Office Excel построены графики аномального магнитного поля по отдельным профилям, которые сведены в единую карту графиков (рис. 4), и схематическая карта аномального магнитного поля с детализацией участков (рис. 5). На карте первая положительная аномалия (АН1) представлена в виде отдельно стоящей изолированной аномалии с интенсивностью 15 нТл. Она имеет эллипсовидную форму размером 200 × 300 м. Вторая магнитная аномалия (АН2) интенсивностью 12 нТл имеет также слегка вытянутую форму с размерами 100 × 200 м. Третья локальная аномалия (АН3) с разме-

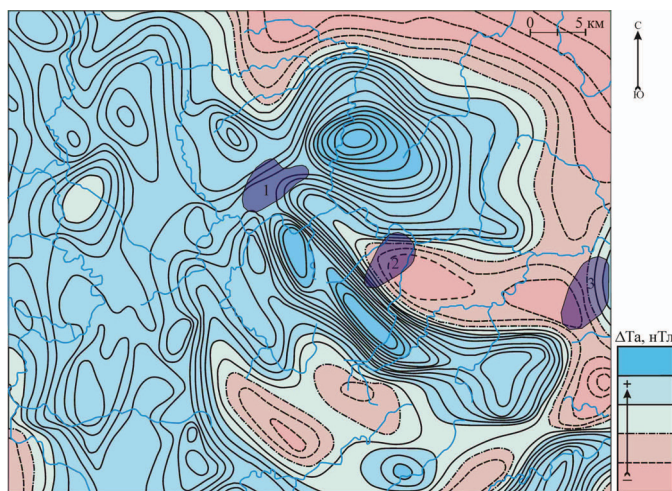


Рис. 2. Сопоставление локальных гравиметрических аномалий: Лопыдино (1), Фроловск (2), Зимстан (3) с аномальным магнитным полем (по [8]) 1:200000 масштаба

Fig. 2. Comparison of local gravimetric anomalies: Lopydino (1), Frolovsk (2), Zimstan (3) with an anomalous magnetic field (according to: [8]) 1: 200000 scale

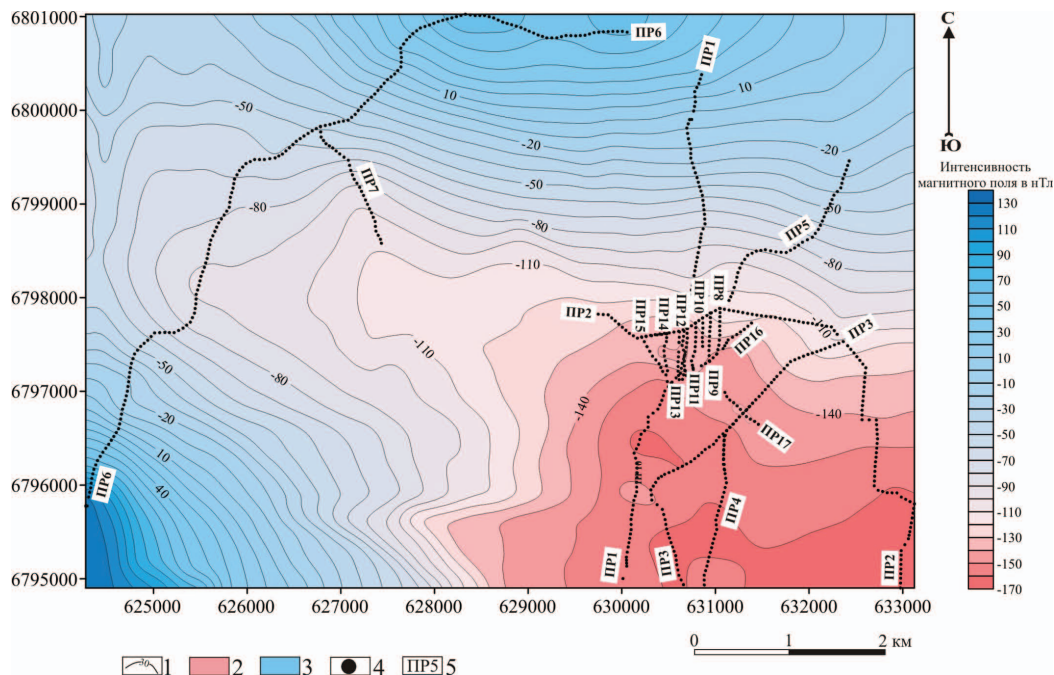


Рис. 3. Карта аномального магнитного поля участка «Фроловский». Схема магниторазведочных профилей: 1 — изолинии аномального магнитного поля, 2 — отрицательные значения магнитного поля, 3 — положительные значения магнитного поля, 4 — пункты наблюдения, 5 — номера профилей

Fig. 3. The map of the anomalous magnetic field of the Frolovsky area. Scheme of magnetostriction profiles: 1 — isolines of an anomalous magnetic field, 2 — negative values of the magnetic field, 3 — positive values of the magnetic field, 4 — points of observation, 5 — profile numbers

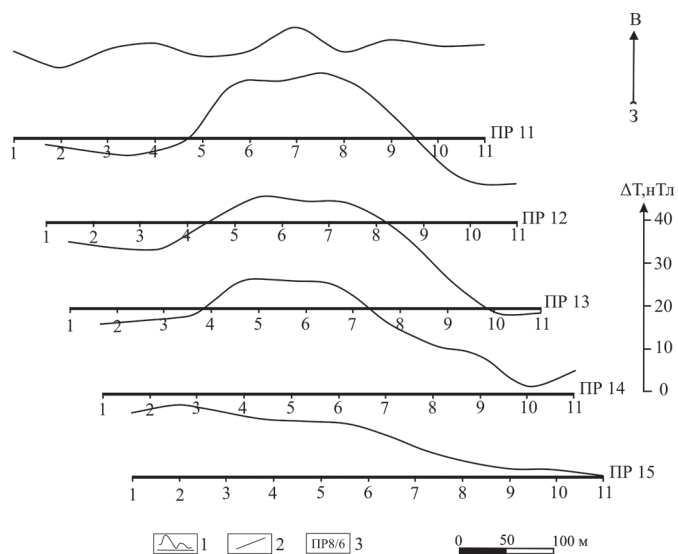


Рис. 4. Карта графиков аномального магнитного поля участка АН1: 1 — графики ΔT_a , 2 — линии профиля, 3 — точка наблюдения, профиль/пикет.

Fig. 4. Map of the graphs of the anomalous magnetic field of area AH1: 1 — graphs ΔT_a , 2 — line profile, 3 — point observation, profile / picket

рами 300×500 м представлена в виде овала интенсивностью до 14 нТл.

По характерным точкам отдельных графиков аномального магнитного поля методом касательных была рассчитана глубина залегания магнитоактивных масс, представленных в виде штоков (трубок) неправильной формы субвертикального заложения (рис. 6). Магнитоактивные тела приурочены к градиентной зоне аномального магнитного поля, зоне разлома. Верхние крошки аномалеобразующих объектов залегают на глубине от 50 м до 100 м.

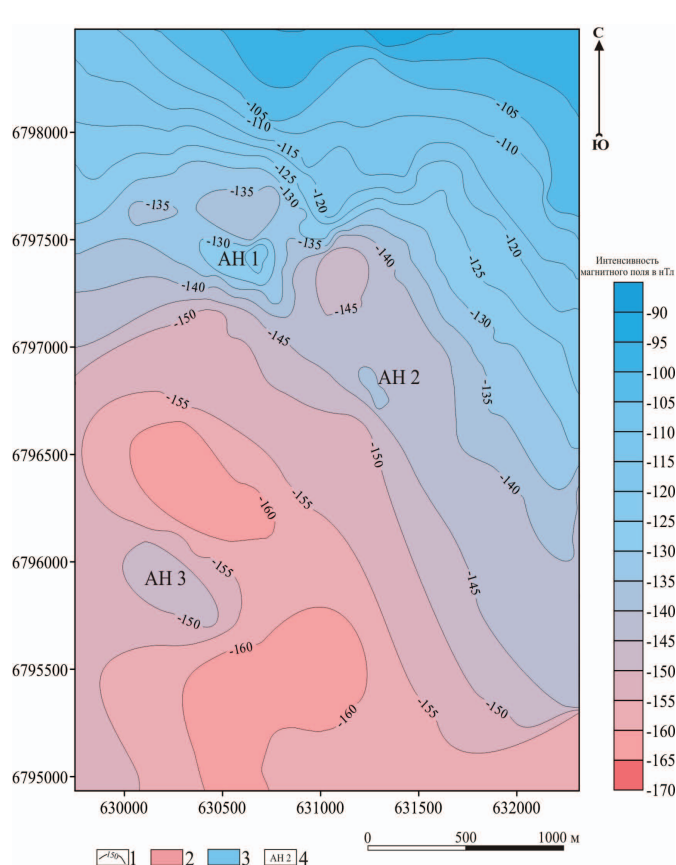


Рис. 5. Карта аномального магнитного поля с детализацией участков: 1 — изолинии аномального магнитного поля, 2 — отрицательные значения магнитного поля, 3 — положительные значения магнитного поля, 4 — локальные магнитные аномалии

Fig. 5. The map of the anomalous magnetic field with the detailing of the areas: 1 — isolines of anomalous magnetic field, 2 — negative values of magnetic field, 3 — positive values of magnetic field, 4 — local magnetic anomalies

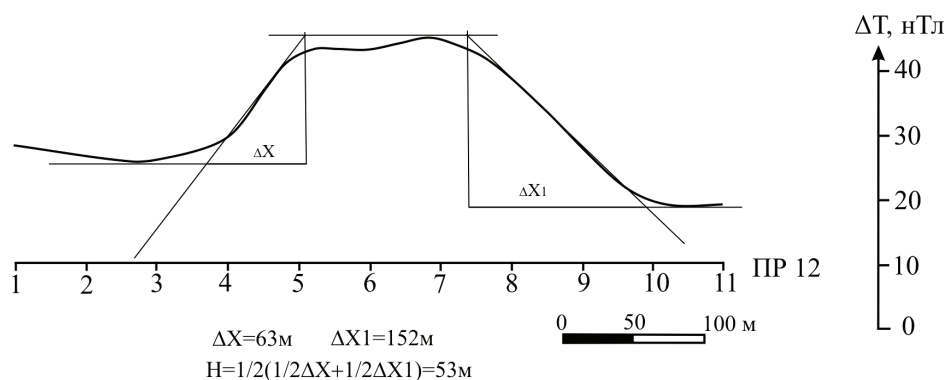


Рис. 6. График расчета глубины залегания верхней кромки магнитоактивных масс аномалии участка АН1

Fig. 6. Graph of the calculation of the depth of occurrence of the upper edge of the magnetoactive masses of the anomaly of area AN1

Состав хромшпинелидов из района Фроловской аномалии

	Тип линии	Сигма вес. %		Атом. %		Оксид	Вес. % оксида		Сигма вес. % оксида	
		т. н. 1	т. н. 2	т. н. 1	т. н. 2		т. н. 1	т. н. 2	т. н. 1	т. н. 2
О				57.88	58.1					
Mg	К-серия	0.17	0.17	5.01	4.32	MgO	7.16	6.05	0.28	0.27
Al	К-серия	0.17	0.15	6.75	4.39	Al ₂ O ₃	12.2	7.76	0.32	0.29
Si	К-серия	0.08	0.09	0.47	0.84	SiO ₂	1	1.75	0.18	0.19
Cr	К-серия	0.35	0.39	23.81	26.33	Cr ₂ O ₃	64.14	69.43	0.51	0.58
Fe	К-серия	0.28	0.31	6.08	6.02	FeO	15.49	15.02	0.35	0.4
Сумма:				100	100		100	100		

О присутствии близ поверхностных тел основного (ультраосновного(?)) состава свидетельствуют многочисленные находки неокатанных хромшпинелидов идеального октаэдрического габитуса (см. таблицу) при шлиховом опробовании. По данным микрозондового анализа хромшпинелидов, проведенного С. С. Шевчуком в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН, было выявлено, что они соответствуют производным ультраосновных мантийных магм. Результаты микрозондового экспресс-анализа хромшпинелидов из района Фроловской аномалии свидетельствуют о том, что этот участок является аномальным по наличию неокатанных хромшпинелидов, в которых содержание Cr₂O₃ превышает 64 %. На бинарной диаграмме в координатах Cr₂O₃ – Al₂O₃ фроловские хромшпинелиды располагаются в поле развития дунитов и гарцбургитов, а соотношение хромистости, рассчитанное по формуле $Cr/(Cr + Al) \cdot 100$, также указывает, что эти высокохромистые хромшпинелиды сформировались в глубинных высокотермодинамических условиях верхней мантии [16, с. 941–950].

Минерагенические особенности Фроловской магнитометрической аномалии района Зимостанского узла пересечения систем ортогональных разломов позволяют нам сделать предположение о присутствии здесь производных основных или щелочно-ультраосновных мантийных магм. Совершенно очевидно, что данный регион требует дальнейших детальных геолого-геофизических исследований.

Заключение

В ходе полевых наземных магнитометрических исследований в районе Фроловского участка в градиентной зоне аномального магнитного поля нам впервые удалось обнаружить три изолированных локальные магнитные аномалии с повышенными значениями магнитного поля небольшой интенсивности (12–15 нТл) и размерами в плане от 100×200 м до 300×500 м.

Шлиховое опробование показало, что Фроловский участок является аномальным по наличию неокатанных хромшпинелидов идеального октаэдрического габитуса. Результаты микрозондового экспресс-анализа хромшпинелидов свидетельствуют о том, что содержание Cr₂O₃ в них превышает 64 %. Минерагеническая специфика Фроловской аномалии предположительно характеризуется нами как производная основных или щелочно-ультраосновных мантийных магм.

Литература

1. Аномалии магнитного поля ΔT_a . URL: <http://geomag.org/models/emag2.htm>
2. Аномалии магнитного поля ΔT_a . URL: <https://openmap.mineral.ru/Standard>
3. Аномалии гравиметрического поля. URL: <https://openmap.mineral.ru/Standard>
4. Башилов В. И. Разломы фундамента севера Восточно-Европейской платформы, их тектоническое значение и методы выявления // Геология и геохимия севера европейской части СССР. М.: МГПИ, 1983. С. 105–119.
5. Башилов В. И. Разломы и эндогенные режимы Тимано-Печорского бассейна. Проблемы эволюции тектоносферы. М.: ИОФЗ РАН, 1997. С. 126–146.
6. Богданов Н. А., Хаин В. Е. Объяснительная записка к тектонической карте Баренцева моря и северной части Европейской России масштаба 1:2500000. М. 1996. 24 с.
7. Буш В. А., Калмыков Б. А. Новые данные по домезозойскому внутриплитному магматизму Восточно-Европейской платформы // Геотектоника. 2015. № 5. С. 43–61.
8. Карта аномального магнитного поля (ΔT_a) территории СССР (континентальная часть и некоторые прилегающие акватории) масштаба 1:2 500 000 / Под ред. З. А. Макаровой и др. / Мингео СССР, ВСЕГЕИ, 1978.
9. Космогеологическая карта. URL: <https://openmap.mineral.ru/Standard>
10. Малышев Н. А. Разломы Европейского Северо-Востока СССР в связи с нефтегазоносностью. Л., 1986. 112 с.



11. Носова А. А. Петрология позднедокембрийского и палеозойского внутри плитного базитового вулканизма Восточно-Европейской платформы: Автореф. дис. ... докт. г.-м. наук. М.: ИГЕМ РАН, 2007. 52 с.
12. Структура платформенного чехла Европейского Севера СССР / Под ред. В. А. Дедеева. Л.: Наука, 1982. 200 с.
13. Тектоническая карта Печорской плиты / В. А. Дедеев, В. И. Юдин, В. И. Богацкий и др. Коми филиал АН СССР. Сыктывкар, 1985.
14. Цыганов В. А. Новые данные о геологическом строении территории Мезенской синеклизы и ее перспективах на углеводороды (по результатам высокоточной аэромагнитной съемки) // Георесурсы. 2006. № 1(18). С. 26–35.
15. Шаблинская Н. В. Разломная тектоника Западно-Сибирской и Тимано-Печорской плит и вопросы нефтегазоносности палеозоя. Л., 1982. 155 с.
16. Эволюция состава шпинелидов из кимберлитов / А. В. Бовкун, В. К. Гаранин, Г. П. Кудрявцева, П. А. Самсонов // Геология алмазов — настоящее и будущее (геологи к 50-летию юбилею г. Мирного и алмазодобывающей промышленности России). Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. с. 941–950.
7. Bush V. A., Kalmykov B. A. *Novyye dannyye po domezozoysskomu vnutriplitnomu magmatizmu Vostochno—Yevropeyskoy platformy* In: *Geotektonika* (Geotectonics). (New data of Premezozoic intraplate magmatism in the East European Platform) No.5, 2015, pp. 43–61.
8. *Karta anomalnogo magnitnogo polya (ΔTa) territorii SSSR (kontinentalnaya chast i nekotoryye prilegayushchiye akvatorii), masshtaba 1:2 500 000* (The map of anomalous magnetic field (ΔTa) of the territory of the USSR (continental part and some adjoining water areas), scale 1: 2 500 000). Ed. Z. A. Makarova and others, MinGeo USSR, VSEGEI, 1978.
9. *Kosmogeologicheskaya karta* (The cosmogeological map) <https://openmap.mineral.ru/Standard>
10. Malyshev N. A. *Razlomy yevropeyskogo Severo-Vostoka SSSR v svyazi s neftegazonosnost'yu* (The faults of the European North-East of the USSR in connection with the oil and gas content). Leningrad, 1986, 112 pp
11. Nosova A. A. *Petrologiya pozdnedokembriyskogo i paleozoysskogo vnutri plitnogo bazitovogo vulkanizma Vostochno—Yevropeyskoy platformy* (Petrology of the Late Precambrian and Paleozoic within the plate basite volcanism of the East European platform). Author's abstract. dis. Doct. g. sciences. Moscow: IGEM RAS, 2007. 52 pp.
12. *Struktura platformennogo chekhla Yevropeyskogo Severa SSSR* (The structure of platform cover of the European North of the USSR). Ed. V. A. Dedeev. Leningrad: Science, 1982, 200 pp.
13. *Tektonicheskaya karta Pechorskoy plity* (Tectonic map of Pechora plate). Dedeev V. A., Yudin V. I., Bogatsky V. I. Komi branch of the USSR Academy of Sciences, Syktvykar, 1985.
14. Tsyganov V. A. *Novyye dannyye o geologicheskoy stroeyenii territorii Mezenskoy sineklizy i yeye perspektivakh na uglevodorody (po rezul'tatam vysokotochnoy aeromagnitnoy semki)* (New data on the geological structure of the Mezen syncline territory and its perspectives on hydrocarbons (based on the results of high-altitude aeromagnetic surveys)). *Georesursy*, 2006, No. 1(18), pp. 26–35
15. Shablinskaya N. V. *Razlomnaya tektonika Zapadno-Sibirskoy i Timano-Pechorskoy plit i voprosy neftegazonosnosti paleozoya*. (The fault tectonics of the West Siberian and Timano-Pechora plates and the problems of the Paleozoic oil and gas content). Leningrad, 1982, 155 pp
16. *Evolutsiya sostava shpinelidov iz kimberlitov* (Evolution of the composition of spinels from kimberlites) A. V. Bovkun, V. K. Garanin, G. P. Kudryavtseva, P. A. Samsonov In: *Geologiya almazov — nastoyashcheye i budushcheye (geologi k 50—letnemu yubileyu g. Mirnyy ialmazodobyvayushchey promyshlennosti Rossii)* (Geology of diamonds - present and future (geologists to the 50th anniversary of Mirny and diamond mining industry in Russia)). Voronezh: Voronezh State University, 2005, pp. 941–950

References

1. *Anomalii magnitnogo polya ΔTa* (Anomalies of ΔTa magnetic field) <http://geomag.org/models/emag2.htm>
2. *Anomalii magnitnogo polya ΔTa* (Anomalies of ΔTa magnetic field) <https://openmap.mineral.ru/Standard>
3. *Anomalii gravimetricheskogo polya* (Anomalies of gravimetric field) <https://openmap.mineral.ru/Standard>
4. Bashilov V. I. *Razlomy fundamenta severa Vostochno-Yevropeyskoy platformy, ikh tektonicheskoye znachenie i metody vyyavleniya. Geologiya i geokhimiya severa yevropeyskoy chasti SSSR*. (Faults in the basement of the north of the Eastern European platform, their tectonic significance and methods of detection. Geology and geochemistry of the north of the European part of the USSR). Moscow: MGPI, 1983, pp. 105–119
5. Bashilov V. I. *Razlomy i endogennyye rezhimy Timano-Pechorskogo basseyna. Problemy evolyutsii tektonosfery* (Faults and endogenous regimes of the Timan-Pechora basin. Problems of the tectonosphere evolution). Moscow: JIPE RAS, 1997, pp. 126–146.
6. Bogdanov N. A., Khain V. Ye. *Obyasnitelnaya zapiska k tektonicheskoy karte Barentseva morya i severnoy chasti yevropeyskoy Rossii masshtaba 1:2500000* (Explanatory note to the tectonic map of the Barents Sea and the northern part of European Russia at a scale of 1: 2 500 000). Moscow, 1996, 24 p



ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДАЙКОВЫХ И ЖИЛЬНЫХ ПОРОД КАМЕНУШИНСКОГО МАССИВА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

А. М. Минибаев, Е. Л. Котова

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

a.m.minibaev@yandex.ru

Каменушинский массив (Средний Урал) дунит-клинопироксенит-габбровой формации является одним из наименее изученных массивов Платиноносного пояса Урала и выделяется широким распространением дайковых и жильных тел, которые пространственно тяготеют к полям развития платиновой минерализации. Вместе с тем дайковые и жильные образования слабо изучены. Особенности взаимоотношений дайковых тел между собой, с дунитами и клинопироксенитами, слагающими массив, а также с хромититами, концентрирующими платиновую минерализацию, могут быть использованы для изучения геологической эволюции Каменушинского массива и его металлогении. Полученные результаты основываются на данных микроскопии и геологических наблюдений, проводимых в течение 2014–2017 гг. Впервые дана комплексная характеристика минералого-петрографических и геолого-структурных особенностей дайковых и жильных тел Каменушинского массива.

Ключевые слова: Платиноносный пояс Урала, Каменушинский массив, дунит-клинопироксенит-габбровая формация, дайки, жилы, хромититы, платиновая минерализация.

GEOLOGICAL STRUCTURAL AND PETROLOGICAL FEATURES OF DYKES AND VEIN ROCKS OF THE KAMENUSHINSKY MASSIF (MIDDLE URALS)

A. M. Minibaev, E. L. Kotova

Saint-Petersburg Mining University, St. Petersburg

The Kamenushinsky Massif (the Middle Urals) of the dunite-clinopyroxenite-gabbro formation is one of the least studied massifs of the Platiniferous Belt of the Urals. This massif is characterized by the extensive distribution of dyke and vein bodies that are spatially tend to the fields of development of platinum mineralization. While, dyke and vein formations are poorly explored. The peculiarities of the dyke bodies interrelations with dunites and clinopyroxenites that massif was composed of, as well as chromites that concentrate platinum mineralization could be used in studying of the geological evolution of the Kamenushinsky massif and its metallogeny. The obtained results are based on the data of microscopy and geological observations carried out during 2014–2017. For the first time complex characteristics of mineral-petrographic and geological-structural features of dyke and vein bodies of the Kamenushinsky massif are given.

Keywords: Platinum-bearing belt of the Urals, Kamenushinsky massif, dunite-clinopyroxenite-gabbro formation, dykes, veins, chromites, platinum mineralization.

Введение

Зональные мафит-ультрамафитовые комплексы уральского (урало-алаянского) типа, слагающие Платиноносный пояс Урала, представлены концентрически-зональными дунит-клинопироксенит-габбровыми массивами и относятся к наиболее перспективным источникам коренной платины. По данным исследователей-предшественников, к наиболее промышленно значимому типу относится хромит-платиновое оруденение [1, 3, 4, 6]. В пределах концентрически-зональных массивов Платиноносного пояса Урала, таких как Нижнетагильский, Вересовоборский, Светлоборский и Каменушинский, обнаруживается закономерность, выражающаяся в приуроченности платинометалльной минерализации к зонам, в которых наблюдается изменение размеров минеральных индивидов дунитов [5, 9, 15–17].

Несмотря на длительную историю исследования коренных платинометалльных месторождений Урала, изученность концентрически-зональных массивов крайне неравномерна. Так, к наиболее исследованным относятся породы дунит-клинопироксенит-габбровой формации и хромититы, а к числу наименее изученных — дайковые и жильные тела, прорывающие дунит-клинопироксенитовые массивы [1, 3, 18].

Первые детальные описания дайковых пород Нижнетагильского, Светлоборского и Вересовобор-

ского массивов были выполнены Н. К. Высоцким [2]. Однако отсутствие точной геологической привязки изученных образцов не позволяет отнести описанные породы к конкретным концентрически-зональным массивам. Целенаправленным изучением пород «жильной формации» впервые занялся А. Н. Заварицкий, по мнению которого наличие или отсутствие дайковых тел в зональных массивах может определяться их различным уровнем эрозионного среза [3]. В период 2001–2009 гг. ЗАО «Урал-МПГ» проводились поисковые работы на обнаружение коренного платинового оруденения в пределах Каменушинского и Светлоборского массивов. По итогам работ была отмечена пространственная связь платиновой минерализации с дайковыми телами [18].

В течение полевых сезонов 2014–2015 гг. автором были организованы полевые работы в пределах Каменушинского массива с целью уточнения его геологического строения и выявления коренных хромит-платиновых рудных зон. Результатом работ явилось выделение ещё одной зоны платиновой минерализации в верховьях р. Большая Каменушка. Полученные данные также свидетельствовали о пространственной приуроченности зон распространения хромититов, содержащих платиновую минерализацию, к полям развития дайковых тел габбро и гранитоидов [11].

**Характеристика объекта исследования**

Каменушинский массив дунит-клинопироксенит-габбровой формации находится на Среднем Урале в Свердловской области. Дунитовое ядро размером 2.5×3.8 км (6.5 км²) характеризуется меридиональной вытянутостью, сложными границами и зональным строением.

В пределах Каменушинского массива, в краевых частях, в основном в центральных частях дунитового ядра, широко распространены дайковые тела. Многообразие дайковых и жильных пород обуславливает необходимость их раздельного описания и систематизации.

Среди дайковых и жильных образований Каменушинского массива выделяются *дайки* - все геологические тела, выполняющие тектонические трещины и сложенные магматическими породами, и *жилы* — тела, сложенные породами гидротермально-метасоматического генезиса. Тела хромититов, представленные шширами, сегрегациями, линзо- и жилообразными телами, рассматриваются отдельно [13].

Методы исследования

Геолого-структурное описание проводилось на основе геологических наблюдений, включающих сопоставление штучных образцов (188 шт.) с их геологическими привязками.

Макроскопическое описание штучных проводилось при помощи диссекционного стереомикроскопа (бинокуляра) Leica M125 (Санкт-Петербургский горный университет). Далее был изготовлен ряд стандартных петрографических (109 шт.) и прозрачно-полированных (17 шт.) шлифов и аншлифов (31 шт.).

Минералого-петрографические и минераграфические исследования были проведены при помощи поляризационного микроскопа Leica DM 2700 (Санкт-Петербургский горный университет).

Результаты

Все породы, слагающие дайковые тела Каменушинского массива, систематизированы согласно основным принципам классификации [6, 8, 10, 13, 14]. В классификации также приведена количественная оценка пород относительно друг друга и особенности их залегания (табл. 1). По результатам диагностики пород определены минералогический состав и структурно-текстурные особенности (табл. 2).

Дайковые породы ультраосновного состава. Тела *верлитов* в основном обнаруживаются на контактах с дайками габбро. На контакте верлитов и габбро обнаруживается прожилки мощностью до 1 см, который сложен магнетит-роговообманковым агрегатом (рис. 1).

Редкие субширотные дайки верлитов занимают почти перпендикулярное положение по отношению к прорывающим их дайкам габбро, что позволяет делать вывод о более древнем происхождении даек верлитов.

Дайковые породы основного состава. Дайки основного состава значительно преобладают над остальными телами дайковых пород Каменушинского массива (примерно 70 % от общего числа даек).

Горнблендиты Каменушинского массива относятся к горнблендитам габброидного ряда умеренно-магнезиального состава и представлены двумя фациями: 1) глубинными, количественно преобладающими и более разнообразными по составу и структурно-текстур-

Таблица 1. Классификация дайковых пород Каменушинского массива

Table 1. Classification of dikes of the Kamenushinsky massif

Класс / Class	Плутонические горные породы / Plutonic rocks					
Отряд / Order	Ультраосновные Ultrabasic	Основные / Basic			Средние Medium	Кислые Acid
Ассоциация (по цветовому индексу M') Association (by color index M)	Ультрамафические / Ultramafic			Мафические Mafic	Фельзитические Felsic	
Название породы Rocks	Верлиты Verlites	Горнблендиты Hornblendites	Клинопироксениты Clinopyroxenite	Роговообманковое габбро Hornblende gabbro	Сиениты Syenites	Плагииграниты plagiogranites
Распространённость (примерный % от всех дайковых пород массива) Distribution (approx. % of all the dyke rock masses)	15	10	5	55–60	< 3	10
Мощность, м Thickness, m	до 2 / to 2	0.5 (до 1) (to 1)	0.01–0.02 (до 0.4) (to 0.4)	до 5–6 to 5–6	до 1 / to 1	до 2 / to 2
Простираие (преимущественное) Strike (predominant)	Меридиональное (реже субширотное) Meridional (rare sublatitudinal)	Меридиональное Meridional	Не имеют чётко выраженной общей направленности No expressed direction	Субмеридиональное Submeridional	Субмеридиональное Submeridional	Субмеридиональное Submeridional
Длина по простиранию, м Length by strike, m	до 30–40 to 30–40	до 100 to 100	Не определено Not determined	до 100 to 100	Не определено Not determined	до 50 to 50

Таблица 2. Минералого-петрографическая характеристика пород, выполняющих дайки
Table 2. Mineralogy-petrography characteristic of the dikes

Название породы Rocks	Верлиты Verlites	Клинопиксениты Clinopyroxene	Горнблендиты / Hornblende		Габбро / Gabbro		Сиеениты Syenites	Граниты Granites
			Глубинные Deep	Жильные Vein	Глубинные Deep	Жильные Vein		
Породо-образующие, % Rock-forming	Ol — 90–94 Di — 5–10	Di — 95–100	Hbl — 85–95 Pl _{43–46} — 1–15	Hbl — 96–100	Pl _{43–47} — 40–80 Hbl — 15–55	Pl _{43–47} — 40–80 Hbl — 15–45	K-Na Fsp — 60–75 Pl _{25–40} — 20–25 Qz — 0–5	Qz — 12–30 Pl _{20–23} — 40–50 K-Na Fsp — 15–20 Phl — 3–8 Ms — 2–5
Акцессорные, % Accessory	Mag — 1–3	Mag — 1–5	Mag~ 1 Ap~ 1 Pl — 0–1	Mag~ 1 Ap~ 1 Pl — 0–1	Ap — 1–2 Mag — 0–1 Pl _{90–95} — 0–1	Ap — 1–2 Mag — 0–1 Pl _{90–95} — 0–1	Hbl — 0–5 Phl — 0–3 Mag — 0–1	Tur — 0–5 Adr — 0–5 Ap — 0–1 Mag — 0–1
Вторичные, % Secondary	Srp+Chl+ +Amp~ 1	Srp~ 1	Bt — 0–4 Ser~ 1–10	Bt — 0–3 Ser~ 1–10	Bt — 1–4 Srp~ 1	Bt — 0–4 Ser~ 1–10 Srp~ 1	Chl — 0–2	Chl — 0–3
Структура Structure	средне-, крупно-зернистая до пегматитов, панидиоморфно-зернистая middle-large grained to pegmatites, panidiomorphous grained	средне-, крупно-зернистая до пегматитов, панидиоморфно-зернистая middle-large grained to pegmatites, panidiomorphous grained	мелкозернистая, панидиоморфно-зернистая small-grained, panidiomorphous grained	мелко-, средне-, крупнозернистая, панидиоморфно-зернистая small to middle-grained, panidiomorphous grained	от мелко- до грубозернистой, габбровая, гипидиоморфнозернистая, пегматоидная, пойкилитовая (в габбро-пегматитах) small to coarse-grained, gabbro, hypidiomorphous, pegmatoid, pikilite (in gabbro-pegmatites)	микрокристаллическая, порфириовидная, micocrystalline, porphyry-like	средне-, крупнозернистая до пегматитов, равномерно-зернистая, редко порфириовидная middle-large grained to pegmatites, regular, rare porphyry-like	средне-, крупнозернистая до пегматитов, гипидиоморфнозернистая, призматически-зернистая и графическая middle-large grained to pegmatites, hypidiomorphous grained, prismatic and graphic

* — сокращенные названия минеральных видов и групп по Whitney D.N., Evans D.W., 2010 [20]

* — abbreviations of minerals species and groups names from dikes is given by Whitney D.N., Evans D.W., 2010 [20]

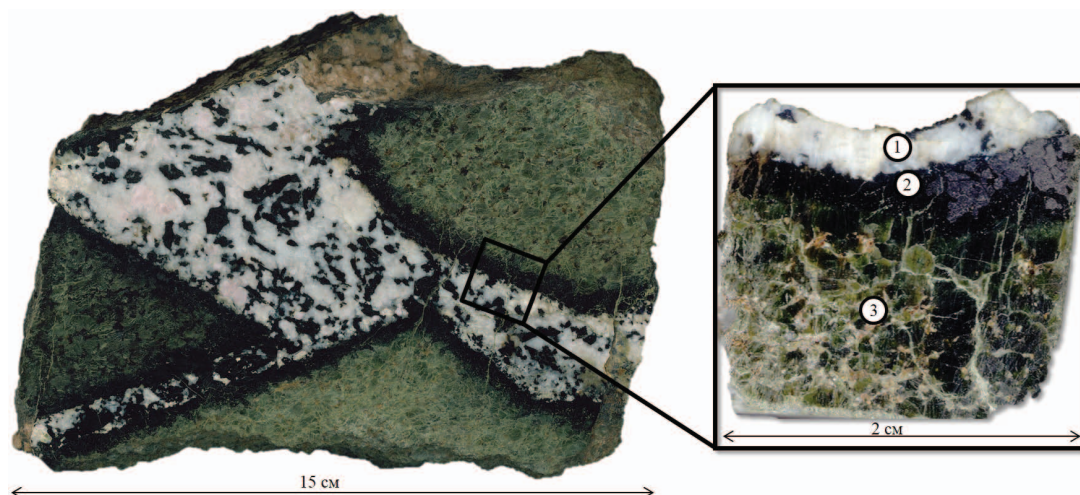


Рис. 1. Контакт верлита с роговообманковым габбро: 1 — роговообманковое габбро; 2 — магнетит-роговообманковый прожилок; 3 — верлит

Fig. 1. Contact of verlite with hornblende gabbro: 1 — hornblende gabbro; 2 — magnetite hornblende streaks; 3 — verlite

ным особенностям, постепенно переходящими в роговообманковое габбро; 2) жильными, слагающими редкие простые тела небольшой мощности (до 0.5 м).

Для горнблендитов обеих фаций можно выделить ряд особенностей:

- 1) полное отсутствие оливина в их составе;
- 2) широкое развитие плагиоклазов;
- 3) плагиоклаз в значительной мере сосюритизирован;
- 4) частичную биотитизацию роговой обманки.

Горнблендиты характеризуются текстурно-структурной неоднородностью и изредка такситовым обликом, при этом иногда содержат прожилковообразные выделения плагиоклазитов (сильно сосюритизированных) (рис. 2), вероятно являющихся продуктами интеркумулусного расплава [19].

Дайки *клинопироксенитов* в пределах массива в основном распространены хаотично, не имеют чётко выраженной общей направленности. Дайки *клинопироксенитов* значительной мощности (до 0.4 м), встречаются редко, имеют субмеридиональное простирание. Клинопироксениты имеют отчётливый контакт с дунитами. По отношению к телам хромититов и габбро занимают секущее положение.

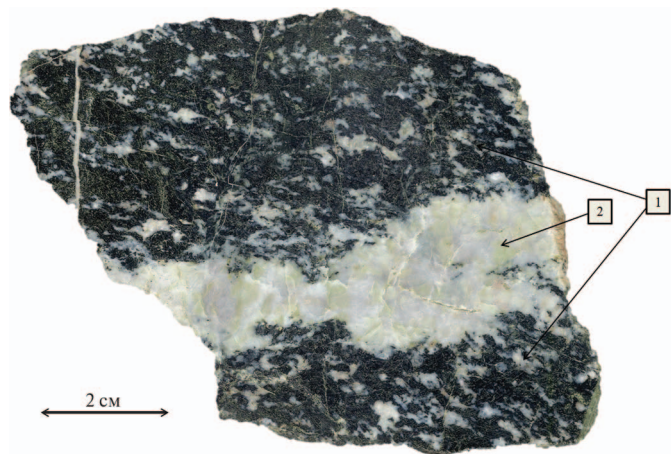


Рис. 2. Горнблендит: 1 — плагиоклазовый горнблендит (исит); 2 — плагиоклазит

Fig. 2. Gornblendit: 1 — plagioclase hornblendite (isit); 2 — plagioclase

Сопоставляя места отбора образцов, можно сделать вывод о том, что в крупнозернистых клинопироксенитах количество акцессорного магнетита существенно ниже, чем в мелкозернистых. Также магнетит в крупнозернистых клинопироксенитах обнаруживается в виде включений в зёрнах моноклинного пироксена. Данные особенности, вероятно, обусловлены процессами перекристаллизации.

Дайки *роговообманкового габбро*, возникшие, вероятно, при кристаллизации мафитовых расплавов павдинского кристаллического комплекса (Павдинский габбровый массив) и характеризующиеся практически однородным составом, разделены на две фации: 1) габбро от мелко- до грубозернистого и габбро-пегматиты, относящиеся к полнокристаллическим породам, отражающие условия умеренной и значительной глубинности, обеспечивающие относительно длительную кристаллизацию магмы; 2) микрогаббро и габбро-порфириды, сформированные в результате быстрой кристаллизации магматического расплава на относительно небольших глубинах.

Постепенный переход габбро в горнблендиты происходит через порфировидные разновидности габбро (рис. 3, а), где крупные кристаллы роговой обманки (до 3–4 см) представлены на фоне более мелкозернистой массы породы, в которой плагиоклаз в значительной мере сосюритизирован. Закономерность распределения разностей по зернистости в пределах дайковых тел не была обнаружена, причём от микрогаббро до грубозернистого габбро и габбро-пегматитов переход почти всегда достаточно резкий (рис. 3, б), что, вероятно, свидетельствует о многофазном становлении даек габбро.

Помимо идентичного минерального состава обеих фаций габбро, одинакового характера распространения и размещения, а также их совместного расположения установлен ряд общих особенностей, заключающихся во вторичных изменениях пород:

- 1) развитие структур, обусловленных динамическими подвижками, выражающихся в появлении деформированных зёрен плагиоклаза;
- 2) вторичные изменения плагиоклаза, связанные с постмагматическими процессами (сосюритизация, пелитизация) и проявленные в различной мере;
- 3) частичная биотитизация роговой обманки;
- 4) повышенное содержание окисленного магнети-

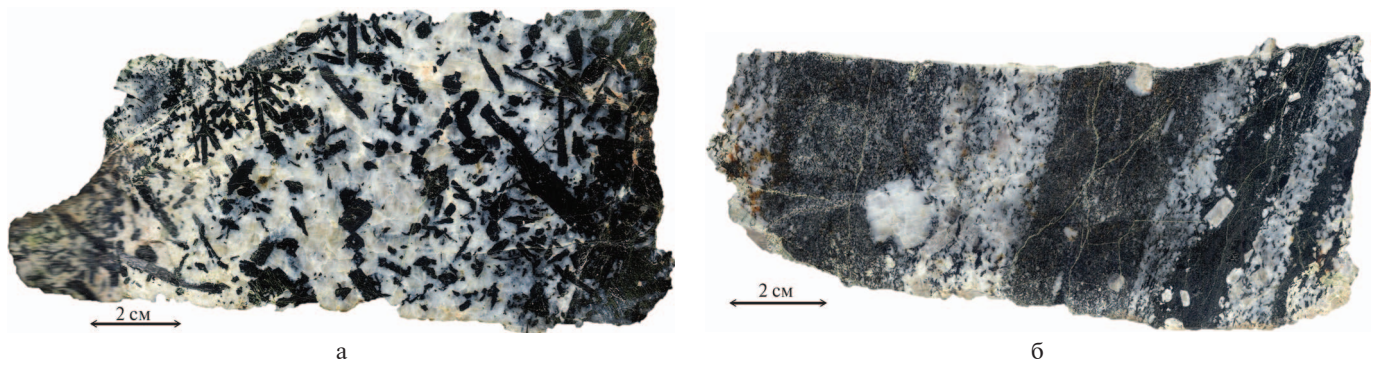


Рис. 3. Роговообманковое габбро: а) переход (слева направо) крупнозернистого габбро (с включениями крупных — до 4 см — кристаллов роговой обманки) в горнблендит; б) чередование среднезернистого габбро с микрогаббро (характерны включения идиоморфных кристаллов среднего плагиоклаза)

Fig. 3. Hornblende gabbro: a) Gradual change (from left to right) of coarse gabbro (with inclusions of large — up to 4 cm — hornblende crystals) to hornblende; b) rotation of medium-grained gabbro with microgabbros (inclusions of idiomorphic crystals of medium plagioclase are typical)

та в габбро, подвергшихся наиболее интенсивному воздействию вторичных преобразований.

Особенности пространственно-временных взаимоотношений габбровых даек с вмещающими породами разнообразны и характеризуются:

- 1) резко секущим положением даек габбро по отношению к дунитам и дайковым телам верлитов;
- 2) наличием в зальбандах даек роговообманковых габбро ксенолитов, серпентинизированных дунитов и верлитов, образующих редкие эруптивные брекчии (рис. 4);
- 3) появлением на контакте даек габбро с вмещающими их дунитами метасоматитов сложного состава (хлорит, флогопит $\pm$ карбонаты, тремолит и др.);
- 4) увеличением степени серпентинизации и выветривания дунитов и количества в них тел метасоматитов различного состава в контактовых зонах при увеличении частоты встречаемости даек габбро и их мощности;
- 5) пространственной приуроченностью дайковых тел габбро к участкам дунитов, различных по зернистости.

Дайковые породы среднего состава. *Сиениты* получили локальное распространение в пределах Каменушинского массива. Тела сиенитов обнаруживаются в центральных частях даек гранитов значительной мощ-

ности (более 1 м), а также гранитоидов. Контакт между гранитоидами и сиенитами нечёткий, что, вероятно, обусловлено образованием сиенитовой магмы в результате эволюции кислого гранитного расплава, из которого сформировались тела гранитоидов массива. Пространственная приуроченность к дайковым телам гранитоидов, обусловленная, вероятно, единым магматическим источником, объясняет высокое содержание кварца (до 5 % массы породы) в сиенитах.

Дайковые породы кислого состава. Дайки *гранитоидов*, представленные лейкократовыми разностями, встречаются лишь в пределах распространения интрузий габбро. Взаимоотношения гранитоидов с вмещающими интрузивными габбро характеризуются достаточно чёткими контактами и разномасштабными зонами закалки, которые сопровождаются развитием метасоматитов сложного состава (хлорит, флогопит, серицит, тальк, амфибол, карбонат, серпентин) с редкими ксенолитами габбро. Интенсивность развития метасоматитов на контактах между дайками габбро и гранитоидами прямо пропорциональна мощности дайковых тел. Редко дайки гранитоидов имеют контакт с ультраосновными породами массива (рис. 5), характеризующийся развитием сравнительно мощных тел метасоматитов (до 0.6–0.7 м), в которых обнаруживается значительное количество ксенолитов габбровых пород и серпентинизированных дунитов.

Все гранитоиды частично катаклазированы, и в редких случаях, при развитии наложенных процессов динамометаморфизма, в центре даек наблюдаются апогранитные катаклазиты.

Гранитоиды массива, вероятно, относятся к плагиогранитам верхнего ордовика кривинского комплекса, которые широко распространены в обрамлении Павдинского габброидного массива, где они слагают крупные и мелкие штоки и дайки. Однако на данный момент отсутствие представительных данных по химическому составу гранитоидов Каменушинского массива не позволяет однозначно отнести их к плагиогранитам кривинского комплекса.

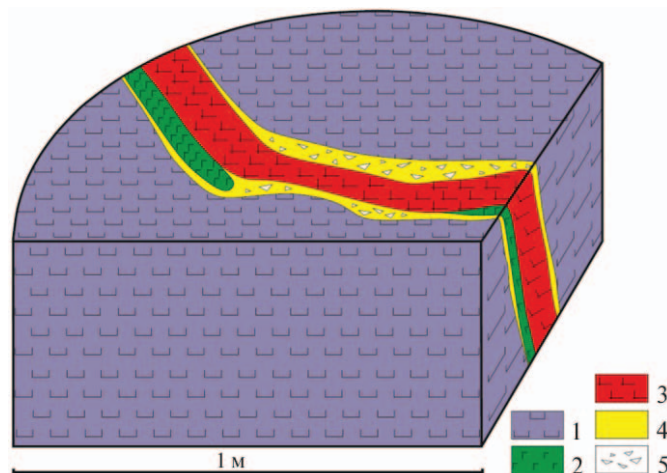
Жилы. Данная группа пород представлена преимущественно хлорит-серпентиновыми телами мощностью до 2–3 см и составляет не более 2 % от всего объёма дайковых пород. Хлорит-серпентиновые прожилки равномерно рассредоточены в пределах дунитово-



Рис. 4. Ксенолиты верлитов в роговообманковом габбро
Fig. 4. Xenoliths of verlitite in the hornblende gabbro



а



б

Рис. 5. Дайка плагиогранита, прорывающая дуниты массива в Первоначальном логу по р. Большая Каменушка: а) фото; б) схема взаимоотношения дайки плагиогранита с вмещающими дунитами: 1 — дуниты среднезернистые сильновыветрелые и серпентинизированные; 2 — роговообманковое габбро гигантозернистое; 3 — плагиограниты крупнозернистые; 4 — метасоматиты хлорит-флогопит-серицит-талкового состава; 5 — обломки роговообманкового габбро и дунитов

Fig. 5. Dyke of plagiogranite opening through dunite massif of the Pervonachalniy log of the Bolshaya Kamenushka river: а) photomaterial; б) a schematic picture of the interaction of the plagiogranite dyke with the bearing dunites: 1 — medium-grained dunites highly weathered and serpentinized; 2 — hornblende gabbro with giant grains (grain size over 2,5 cm); 3 — coarse-grained plagiogranites; 4 — metasomatites of chlorite-phlogopite-sericite-talc composition; 5 — fragments of hornblende gabbro and dunite

го ядра массива и нередко образуют скопления в виде густой сети различно ориентированных тел в выветрелых серпентинизированных дунитах, большей частью вблизи даек габбро и горнблендитов. В дайковых телах габбро встречается офит, образующий прозрачные зеленоватые прожилковообразные тела, не превышающие по мощности 1.5 см.

Также к породам гидротермально-метасоматического генезиса относятся метасоматиты сложного состава (хлорит, флогопит ± карбонаты, тальк, тремолит и др.) получившие распространение у зон закалки и слагающие реакционные оторочки на контактах пород различных групп.

Тела хромититов. Породы рудной формации представлены хромититами, концентрирующими платиновую минерализацию. Тела хромититов были встречены большей частью на участке «Хромитовый Увал» и северном склоне г. Соколиной, а также в обнажениях по

логам рек Большая и Малая Каменушка, в пределах всего дунитового ядра и характеризуются крайне неравномерным расположением.

В дунитах Каменушинского массива выделяются хромититы трёх петрографических типов: а) массивного (рис. 6); б) прожилково-вкрапленного (рис. 7), с которым ассоциируется платинометальная минерализация, и в) акцессорного. Тела хромититов представлены короткими маломощными сегрегациями, шпиро- и жиллообразными телами, сложенными массивным и прожилково-вкрапленным хромшпинелидом.

Хромититы залегают исключительно в пределах дунитового ядра массива, причём основная их масса получила наибольшее распространение в зонах перехода среднезернистых дунитов к крупнозернистым, а в большей степени к грубозернистым и дунит-пегматитам [11].

Несмотря на небольшие размеры сегрегаций, шпиро- и жиллообразных тел мощностью до 0.3–0.4 м при длине до 3 м, эти образования формируют так называемые минерализованные зоны (по Ю. М. Телегину) мощностью до 2–3 м и протяжённостью до 80–100 м. Простираение минерализованных зон субмеридиональное, пространственное положение преимущественно сонаправлено с интрузивными дайковыми телами [12].

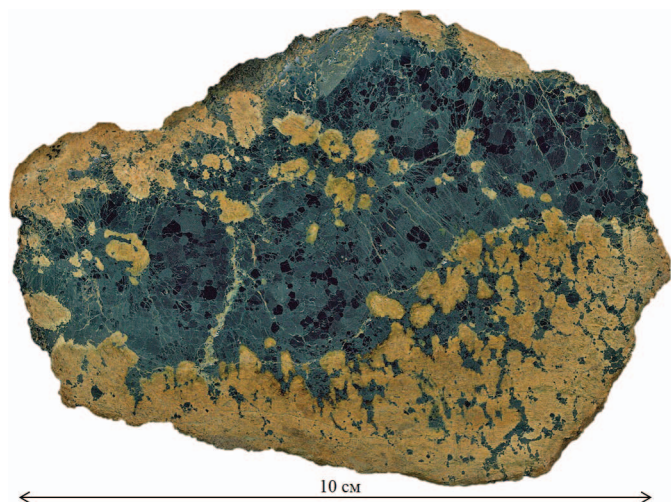


Рис. 6. Массивный хромитит в сильновыветрелом серпентинизированном дуните

Fig. 6. Massive chromite in strongly weathered and serpentinized dunite

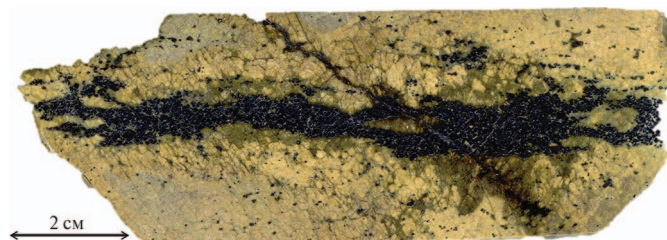


Рис. 7. Прожилково-вкрапленные хромититы, пересечённые жилкой антигорита, в сильновыветрелом серпентинизированном дуните

Fig. 7. The stringer-imbedded-chromites transected by the vein of the antigorite, in the strongly weathered and serpentinized dunite



Контакты хромититовых жил с вмещающими дунитами отчётливые, но характеризуются в различной мере постепенным переходом жильных массивных хромититов в прожилково-вкрапленные, а затем в многочисленные акцессорные зерна, содержащиеся во вмещающих сильно серпентинизированных дунитах. Подобные взаимоотношения хромититов и дунитов, вероятно, обусловлены их сингенетичным становлением, когда тела хромититов начали формироваться в ещё не окончательно закристаллизовавшемся ультраосновном расплаве.

Выводы

Суммируя полученные данные по геолого-структурным и минералого-петрографическим особенностям даек и жил Каменушинского массива, можно прийти к следующим выводам:

— дайки Каменушинского массива получили широкое развитие (около 5 % массива в его периферических частях и до 10–15 % в пределах дунитового ядра) и представлены породами, образующими непрерывный ряд «ультраосновные–кислые»;

— дайки габбро, получившие наибольшее распространение в пределах Каменушинского массива (около 50–60 %), наиболее полно характеризуют структурно-вещественную неоднородность и возрастные взаимоотношения интрузий Каменушинского массива;

— наиболее широкое распространение дайковые и жильные тела получили в переходных зонах от среднезернистых дунитов к крупнозернистым, а в большей степени к грубозернистым и дунит-пегматитам;

— зоны платиновой минерализации в пределах Каменушинского массива пространственно тяготеют к полям развития дайковых тел габбро и гранитоидов.

На данный момент остаётся ряд нерешённых вопросов, связанных с дайками, в частности по их генезису и характеру связи с платинометалльной минерализацией. Таким образом, дальнейшее изучение взаимоотношений дайковых и жильных тел с дунитами и клинопироксенитами, слагающими массив, а также с промышленно важными хромититами, концентрирующими платиновую минерализацию, может способствовать созданию прогнозно-поисковой модели металлов платиновой группы в пределах Каменушинского массива и решению проблемы рудообразования.

Литература

1. Бетехтин А. Г. Платина и другие минералы платиновой группы. М.: Издательство Академии наук СССР, 1935. 148 с.
2. Высоцкий Н. К. Месторождения платины Исовского и Нижнетагильского районов на Урале // Труды Геологического комитета. Нов. сер. № 62. СПб., 1913. 692 с.
3. Заварицкий А. Н. Коренные месторождения платины на Урале. Л.: Изд-во Геологического комитета, 1928. 56 с.
4. Золотов К. К., Волченко Ю. А., Коротеев В. А., Малахов И. А., Мардиросьян А. Н., Хрытов В. Н. Платинометалльное оруденение в геологических комплексах Урала. Екатеринбург: Уральская геологосъемочная экспедиция, 2001. 199 с.
5. Иванов О. К. Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Изд. Уральского университета, 1997. 488 с.
6. Классификация и номенклатура магматических горных пород / Под ред. О. А. Богатикова, Н. П. Михайлова, В. И. Гоньшаковой. М.: Недра, 1981. 160 с.

7. Лазаренков В. Г., Малич К. Н., Сахьянов Л. О. Платинометаллическая минерализация зональных ультраосновных и коматиитовых массивов. Л.: Недра, 1992. 217 с.

8. Магматические горные породы. Классификация, номенклатура, петрография. Том 1. Часть 1 / Под ред. О. А. Богатикова. М.: Недра, 1983. 360 с.

9. Малич К. Н., Степанов С. Ю., Баданина И. Ю., Хиллер В. В. Минеральные ассоциации платиноидов зональных клинопироксенит-дунитовых массивов Среднего Урала (Россия) // Минералогия во всем пространстве сего слова: Материалы XII Съезда Российского минералогического общества — 2015. СПб.: Лема. 2015. С. 119–121.

10. Марин Ю. Б. Петрография: Учебник. 2-е изд., испр. СПб., 2015. 408 с.

11. Минабаев А. М., Степанов С. Ю. Перспективы выявления коренного хромит-платинового оруденения в породах Каменушинского зонального клинопироксенит-дунитового массива (Средний Урал) // Новое в познании процессов рудообразования: Материалы Пятой Российской молодежной школы с международным участием. М.: ИГЕМ РАН, 2015. С. 145–148.

12. Минабаев А. М. Особенности размещения платинометаллического оруденения Каменушинского интрузива (Средний Урал) // Материалы Уральской минералогической школы. Екатеринбург, 2016.

13. Минабаев А. М. Особенности классификации дайковых и жильных пород Каменушинского массива (Средний Урал) // Материалы Уральской минералогической школы. Екатеринбург, 2017.

14. Петрографический кодекс России / Под ред. В. В. Жданова, А. Е. Костин, Е. А. Кухаренко и др. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 198 с.

15. Пушкарев Е. В., Аникина Е. В., Гарути Дж., Заккарини Ф. Хром-платиновое оруденение нижнетагильского типа на Урале: Структурно-вещественная характеристика и проблема генезиса // Литосфера. 2007. № 3. С. 28–65.

16. Степанов С. Ю. Особенности платинового оруденения ультраосновных интрузивов урало-аляскинского типа на примере массивов Платинового пояса Урала // Новое в познании процессов рудообразования: Материалы Четвертой Российской молодежной школы с международным участием. М.: ИГЕМ РАН, 2014. С. 269–272.

17. Столяров С. А. Петрофизическая зональность центральной части Кондёрского и Нижнетагильского массивов и особенности минерализации платиноидов // Геологи XXI века: Материалы всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. Саратов: СО ЕАГО, 2002. С. 120–123.

18. Толстых Н. Д., Телегин Ю. М., Козлов А. П. Коренная платина Светлоборского и Каменушинского массивов платиноносного пояса Урала // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 6. С. 775–793.

19. Чернышова М. Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Воронежский госуниверситет, 2005. 368 с.

20. Whitney D. N., Evans D. W. Abbreviations for names of rock-forming minerals. American Mineralogist, Volume 95, 2010. P. 185–187.

References

1. Betehtin A. G. *Platina i drugie mineraly platinovoi gruppy* (Platinum and other minerals of platinum group). Moscow: AS USSR, 1935, 148 pp.



2. Vysotskii N. K. *Mestorozhdeniya platiny Isovskogo i Nizhne-Tagil'skogo raionov na Urale. Trudy Geologicheskogo komiteta* (Platinum deposits from Isov and Nizhny Tagil regions. Materials of geological committee). No. 62, St. Petersburg, 1913, 692 pp.
3. Zavaritskii A. N. *Korennyye mestorozhdeniya platiny na Urale* (Native platinum deposits in the Urals). Leningrad: Geological committee, 1928, 56 pp.
4. Zoloev K. K., Volchenko Yu. A., Koroteev V. A., Malahov I. A., Mardirosoyan A.N., Hrypov V.N. *Platinometalnoe orudnenie v geologicheskikh kompleksakh Urala* (Platinum occurrence in Uralian geological complexes). Ekaterinburg: Uralskaya geologosemoch-naya ekspeditsiya, 2001, 199 pp.
5. Ivanov O. K. *Kontsentricheski-zonalnye piroksenit-dunitovyye massivy Urala* (Concentric zonal pyroxenite-dunite massive of the Urals). Ekaterinburg: Ural University, 1997, 488 pp.
6. *Klassifikatsiya i nomenklatura magmaticheskikh gornyykh porod* (Classification and nomenclature of magmatic rocks). Ed. Bogatikov O. A., Mihailov N. P., Gonshakova V. I., Moscow: Nedra, 1981, 160 pp.
7. Lazarenkov V. G., Malich K. N., Sahyanov L. O. *Platino-metalnaya mineralizatsiya zonalnykh ultraosnovnykh i komatiitovykh massivov* (Platinum mineralization of zonal ultrabasic and komatite massifs). Leningrad: Nedra, 1992, 217 pp.
8. *Magmaticheskie gornye porodyy. Klassifikatsiya, nomenklatura, petrografiya* (Magmatic rocks. Classification, nomenclature, petrography). V. 1, Part 1, Ed. Bogatikov O. A. Moscow: Nedra, 1983, 360 pp.
9. Malich K. N., Stepanov S. Yu., Badanina I. Yu., Hiller V. V. *Mineralnye assotsiatsii platinoidov zonalnykh klinopiroksenit-dunitovykh massivov srednego Urala (Rossiya)* (Mineral associations of platinoids of zonal pyroxene-dunite massifs of Middle Urals). In: *Mineralogiya vo vsem prostranstve sego slova. Materialy XII S'ezda Rossiiskogo mineralogicheskogo obshchestva 2015* (Mineralogy in all senses. Proceedings of 12th congress of RMS 2015). St Petersburg: LEMA, 2015, pp. 119–121.
10. Marin Yu. B. *Petrografiya. Uchebnik* (Petrography. Textbook). Second edition. St. Petersburg, 2015, 408 pp.
11. Minibaev A. M., Stepanov S. Yu. *Perspektivy vyyavleniya korennoy hromit-platinovoy orudneniya v porodakh Kamenushinskogo zonal'nogo klinopiroksenit-dunitovogo massiva (Srednii Ural)* (Prospectives of exploration for native chromite-platinum mineralization in rocks of Kamenushinsky clinopyroxene-dunite massif (Middle Urals). Proceedings of conference. Moscow: IGM RAS, 2015, pp. 145–148.
12. Minibaev A. M. *Osobennosti razmescheniya platino-metal'nogo orudneniya Kamenushinskogo intruziva (Srednii Ural)* (Features of distribution of platinum mineralization of Kamenushinsky intrusive (Middle Urals). Proceedings of conference, Ekaterinburg, 2016.
13. Minibaev A. M. *Osobennosti klassifikatsii daikovyykh i zhil'nykh porod Kamenushinskogo massiva (Srednii Ural)* (Features of classification of dyke and vein rocks of Kamenushinsky massif (Middle Urals). Proceedings of conference. Ekaterinburg, 2017.
14. *Petrograficheskii kodeks Rossii* (Russian petrographic Code). Eds. Zhdanov V.V., Kostin A.E., Kuharenko E. A., Landa E. A., Lukyanov L. I., Masaitis V. L., Moskalenko Z. D., Pushkarev Yu. D., Sharpenok L. N. St. Petersburg: VSEGEI, 2009, 198 pp.
15. Pushkarev E. V., Anikina E. V., Garuti Dzh., Zakkarini F. *Hrom-platinovoe orudnenie nizhnetagil'skogo tipa na Urale: Strukturno-veschestvennaya harakteristika i problema genezisa* (Chromium-platinum mineralization of Nizhnetagil'sky type in the Urals). *Litosfera*, 2007, No. 3, pp. 28–65.
16. Stepanov S. Yu. *Osobennosti platinovogo orudneniya ultraosnovnykh intruzivov Uralo-Al'yaskinskogo tipa na primere massivov Platinovogo poyasa Urala* (Features of platinum mineralization of ultrabasic massifs of Ural-Alaska type on the example of massifs of Platinum belt of the Urals). Proceedings of conference. Moscow: IGM RAS, 2014, pp. 269–272.
17. Stolyarov S. A. *Petrofizicheskaya zonalnost tsentralnoi chasti Konderskogo i Nizhnetagil'skogo massivov i osobennosti mineralizatsii platinoidov* (Petrophysical zonality of central part of Kondersky and Nizhnetagil'sky massifs and features of platinum mineralization). Proceedings of conference. Saratov: SO EAGO, 2002, pp. 120–123.
18. Tolstykh N. D., Telegin Yu. M., Kozlov A. P. *Korennaya platina Svetloborskogo i Kamenushinskogo massivov platinonosnogo poyasa Urala* (Native platinum of Svetloborsky and Kamenushinsky massifs of platinum belt of the Urals). *Geologiya i geofizika*, 2011, V. 52, No. 6, pp. 775–793.
19. Chernyshova M. N. *Daiki sulfidnykh platinoidno-medno-nikelevykh mestorozhdenii Voronezhskogo kristallicheskogo massiva* (Dykes of sulphide platinum-copper-nickel deposits of Voronezh crystalline massif). Voronezh: Voronezh State University, 2005, 368 pp.
20. Whitney D. N., Evans D. W. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, V. 95, 2010, pp. 185–187.



ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

О. А. Конык

Сыктывкарский лесной институт, филиал Санкт-Петербургского государственного
лесотехнического университета имени С. М. Кирова, Сыктывкар
k09101952@yandex.ru

На примере одного из предприятий Республики Коми проанализировано обращение с отходами в нефтеперерабатывающей отрасли. Для обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами на нефтяных месторождениях предлагается эффективная система управления отходами, основанная на природоохранном законодательстве Российской Федерации на примере Республики Коми.

Ключевые слова: нефтедобыча, отходы производства, воздействие на окружающую среду, экологическая безопасность, природоохранное законодательство.

Dedicated to the Year of Ecology

ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE MANAGEMENT OF WASTE FROM OIL FIELDS

O. A. Konyk

Syktvykar Forest Institute (branch) St. Petersburg State Forest University named after S. M. Kirov, Syktvykar
k09101952@yandex.ru

The environment is adversely affected by various economic objects, but the largest contribution to its pollution is made by the oil industry. Today, for every 40 tons of oil produced, there are 1 ton of production waste that pollute land resources, subsoil, atmospheric air and adversely affect the work of personnel, create emergencies in oil fields. To ensure environmental safety when handling waste in the oil fields an effective waste management system, based on environmental legislation of the Russian Federation, is proposed (the Komi Republic).

Keywords: oil production, production waste, environmental impact, environmental safety, environmental legislation.

Введение

На состояние окружающей природной среды оказывают негативное воздействие различные объекты экономики любого государства [5], однако наибольшую долю в ее загрязнение вносит нефтедобывающая отрасль. По расчетам на каждые 40 т добытой нефти приходится 1 т отходов производства и потребления, которые загрязняют земельные ресурсы, недра, атмосферный воздух и отрицательно воздействуют на здоровье людей [2]. На многих месторождениях нефти до сих пор можно встретить в огромных количествах металлические бочки из-под горюче-смазочных материалов, металлолом, буровые и нефтяные шламы, а также твердые коммунальные отходы. Это создает угрозу не только для персонала нефтепромыслов, но и обитателей тундры, водоемов. В связи с вышесказанным цель данной работы заключается в анализе обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами на примере нефтяных месторождений Республики Коми.

Анализ обращения с отходами на месторождениях Республики Коми

В качестве объекта исследований возьмем одно из предприятий Республики Коми и на его примере проанализируем обращение с отходами. Предприятие осуществляет свою деятельность на 16 месторождениях, объемы добычи нефти на которых различаются.

Основные источники образования отходов на месторождениях нефти показаны на рис. 1.

Результаты расчетов нормативов образования отходов для исследуемого предприятия свидетельствуют, что в зависимости от объема резервуара нормативное количество нефтешламов от их зачистки составляет:

- 1) резервуар РВС-400 (месторождение № 1) — 54 т;
- 2) резервуар РВС-2000 (месторождение № 1) — 125 т;
- 3) резервуар РВС-3000 (месторождение № 2) — 1100 т;
- 4) резервуар РВС-2000 (месторождение № 2) — 1255 т.

При зачистке нефтетрубопроводов на месторождении № 1 образуется от 1.7 до 12 т нефтешламов, а на месторождении № 2 — 2.7 т.

При работе центрального пункта подготовки нефти скапливается обтирочный материал, загрязненный маслами в количестве от 1.5 до 9 т/год, песок загрязненный мазутом, — до 927 т/год. Металлические бочки из-под ингибитора коррозии и деэмульгатора образуются на различных объектах месторождения № 1 в количестве от 3 до 102 т/год. Самые впечатляющие объемы приходятся на хозяйственно-бытовые стоки:

- комплексный цех по добыче нефти и газа — 554 т/год;
 - центральный пункт подготовки нефти — 852 т/год;
 - цех по транспортировке и сдаче нефти — 642 т/год;
 - котлопункт — 70 т/год;
 - другие объекты — 6706 т/год.
- Всего — 8824 т/год.

ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ	
БУРЕНИЕ СКВАЖИН	ОСВЕЩЕНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ
ПОКРАСОЧНЫЕ РАБОТЫ	ЗАМЕНА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ
ЗАМЕНА ОТРАБОТАННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ТЕХНИКЕ И БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ	
ПРОМЫВКА ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ АВТОТРАНСПОРТА	
РЕМОНТ И ОБСЛУЖИВАНИЕ НЕФТЕПРОВОДА	
ЛИКВИДАЦИЯ СЛЕДОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ	ЗАЧИСТКА РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ
СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ	ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОТРУДНИКОВ	АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ

Рис. 1. Источники образования отходов производства и потребления при добыче нефти на месторождениях Республики Коми

Fig. 1. Sources of generation of production and consumption wastes during the production of oil at the fields of Komi Republic

Среди отходов различают:

- отходы I класса опасности — лампы люминесцентные, утратившие потребительские свойства — 1.9 т/год;
- отходы II класса опасности — аккумуляторные батареи (отсутствуют);
- отходы III класса опасности, в т. ч. отходы минеральных масел промышленных — 112 т/год; отходы минеральных масел моторных — 24 т/год; обтирочный материал — 72 т/год; промасленная ветошь — 1.9 т/год; шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов — 9134 т/год;
- отходы IV класса опасности, в т. ч. мусор офисных и бытовых помещений — 797 т/год; тара из черных металлов — 437 т/год;
- отходы V класса опасности, в т. ч. смет с территории предприятия — 1243 т/год; лом, содержащий черные металлы — 145 т/год, и др. отходы. Всего при работе предприятия возникает 23369 т/год отходов производства и потребления.

В настоящее время обращение с отходами включает шесть этапов: сбор отходов, их накопление, транспортирование, обработку, утилизацию, обезвреживание, размещение отходов. Не все этапы должны быть реализованы на конкретном предприятии.

Сбор и накопление отходов на месторождениях осуществляется в специальных контейнерах и на контейнерных площадках (рис. 2), т. е. крупные нефтедобывающие предприятия стали соблюдать санитарно-гигиенические и экологические требования по корректному сбору и накоплению на своей территории.

Наиболее приоритетными направлениями государственной политики по проблеме обращения с отходами сегодня являются:

- максимальное использование исходного сырья и материалов;
- предотвращение образования отходов;
- сокращение образования отходов;
- утилизация и обезвреживание отходов [1].

Однако, несмотря на прописанные приоритеты, большие объемы нефтешламов не всегда оперативно используются на месторождениях в силу отсутствия специальных установок. В связи с этим шламохранилища служат источником негативных испарений органических веществ, продуктов их разложения; под шламохранилища отчуждаются большие площадки и загрязняются земельные ресурсы, почва становится непригодной для проживания биоты [4].

До сих пор на месторождениях нефти для обезвреживания небольших объемов бумаги, промасленной ветоши, отработанных фильтров используют установки «Форсаж», представляющие собой обычную бочку с прикрученной на болты крышкой. Несомненно, эта «установка» не решает проблему обезвреживания объемных отходов. Кроме того, если она будет функционировать 24 ч. в сутки, то в районе работы установки выбросы загрязняющих веществ превысят нормативы по оксидам азота, углерода и серы в десятки раз.

Для соблюдения природоохранных требований, обеспечения экологической безопасности на месторо-



Рис. 2. Сбор и накопление отходов производства и потребления на месторождениях нефти

Fig. 2. Collection and accumulation of production and consumption wastes at oil fields

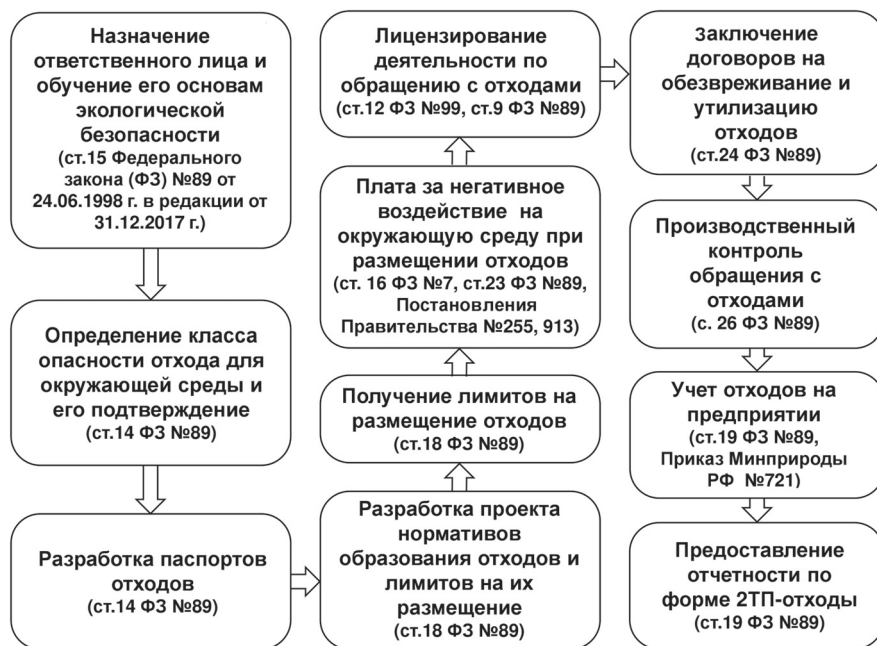


Рис. 3. Поэтапная система обращения с отходами, обеспечивающая охрану окружающей среды и экологическую безопасность на нефтяных месторождениях Республики Коми

Fig. 3. Staged waste management system that provides environmental protection and environmental safety in the oil fields of Komi Republic

ждениях Республики Коми необходимо использовать современные механизмы управления отходами: нормирование, паспортизацию, лицензирование, производственный и государственный контроль за деятельностью предприятий [2].

Для решения этих проблем предлагается поэтапная система обращения с отходами (рис. 3).

Реализация этой схемы позволит навести порядок в области обращения с отходами на нефтяных месторождениях и обеспечит соблюдение положений законодательства в области охраны окружающей среды и экологической безопасности.

Заключение

Анализ обращения с отходами на нефтяных месторождениях Республики Коми свидетельствует, что при добыче нефти и ее подготовке к транспортировке происходит образование отходов I–V классов опасности. Общий объем отходов производства и потребления превышает 23 тыс. т. Доминируют жидкие отходы — хозяйственно-бытовые стоки в количестве 8824 т/год и шламы очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов — 9134 т/год. Для соблюдения природоохранного законодательства РФ и обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами на месторождениях предлагается поэтапная схема, которая обеспечит благоприятную окружающую среду, снизит риск техногенного воздействия отходов на здоровье людей.

Литература

1. Об отходах производства и потребления: Федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 01.12.2017).
2. Об охране окружающей среды: Федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.07.2017) // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 01.12.2017).

3. Сорбенты радионуклидов на основе промышленных отходов: физико-химические свойства и перспективы использования. О. Б. Котова, Л. Н. Москальчук, Д. А. Шушков, Т. Г. Леонтьева, А. А. Баклай // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2017. № 4. С. 29–36.

4. Тимонина Н. Н., Кобыч О. А. Экологические риски в ходе интенсивного развития нефтегазового комплекса Республики Коми // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 9. С. 40–45.

5. Юдахин Ф. Н., Губайдуллин М. Г., Коробов В. Б. Экологические проблемы освоения нефтяных месторождений севера Тимана-Печорской провинции. Екатеринбург: УрО РАН, 2002.

References

1. *Ob othodah proizvodstva i potrebleniya* (On production and consumption wastes): feder. law of June 24, 1998 No. 89-FZ (as amended on December 28, 2016). SPS «ConsultantPlus». (Date of circulation: 01.12.2017).
2. *Ob ohrane okruzhayuschei sredy* (On the protection of the environment): feder. law of 10.01.2002 No. 7-FZ (as amended on July 29, 2017). SPS «ConsultantPlus». (Date of circulation: 01.12.2017).
3. Kotova O. B., Moskalchuk L. N., Shushkov D. A., Leont'eva T. G., Baklay A. A. *Sorbenty radionuklidov na osnove promyshlennykh othodov: fiziko-himicheskie svoystva i perspektivy ispol'zovaniya* (Sorbents of radionuclides on the basis of industrial wastes: physical and chemical properties and prospects of use). Vestnik of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2017, No. 4, pp. 29–36.
4. Timonina N. N., Konyk O. A. *Ekologicheskie riski v hode intensivnogo razvitiya neftegazovogo kompleksa Respubliki Komi* (Environmental risks during the intensive development of the oil and gas complex of the Republic of Komi). Ecology and Industry of Russia. Moscow, 2016, V. 20, No. 9, pp. 40–45.
5. Yudakhin F. N., Gubaidullin M. G., Korobov V. B. *Ekologicheskie problemy osvoeniya neftyanykh mestorozhdenii severa Timana-Pechorskoi provintsii* (Ecological problems of oil exploration in the Northern Timan-Pechora province). Ekaterinburg: UB RAS, 2002.

НОВЫЙ ВЫПУСК СПЕЦИАЛИСТОВ-БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ ГЕОЛОГИИ NEW GRADUATES-BACHELORS AND MASTERS OF GEOLOGY

New geologists graduated from the Department of Geology of Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin and the Department of Geology, Institute of Geology, Komi SC, Ural Branch of RAS. 22 students completed their training in 2017, among them 12 bachelors and 10 masters. According to the assessment of the State examination Commission graduates from the Department of Geology in field of training Geology (bachelor and master) are quite prepared to work in industrial geological organizations, research institutions, universities. Their knowledge, skills and abilities fully meet the qualifications of «Bachelor» and «Master».

На кафедре геологии Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина и базовой кафедре геологии СГУ в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН летом 2017 года состоялся очередной выпуск молодых специалистов-геологов. 12 выпускников получили дипломы бакалавров геологии (четвертый выпуск). В целом же за время работы кафедры это семнадцатый выпускной курс. Впервые закончили магистратуру и получили дипломы магистров геологии 10 выпускников. 6 июля в торжественной обстановке им были вручены дипломы о высшем образовании.

Защита выпускных квалификационных работ (ВКР) бакалавров проходила 21 и 22 июня, магистерских диссертаций — 23 июня. Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) работала под председательством Татьяны Григорьевны Шумиловой, доктора геолого-минералогических наук, руководителя лаборатории Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Членами комиссии были профессор д. г.-м. н. А. М. Асхабов, профессор д. г.-м. н. А. М. Пыстин, доцент к. г.-м. н. Т. П. Майорова и секретарь — доцент к. г.-м. н. Т. А. Пономарева. На заседаниях ГЭК присутствовали представители работодателя — научные сотрудники Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

21 и 22 июня на заседаниях ГЭК было заслушано 12 выпускных бакалаврских работ. По итогам защит 5 выпускных работ (42 %) заслужили оценку «отлично», 6 (50 %) — «хорошо», 1 (8 %) — удовлетворительно. Средний балл по защитах составил 4.33. Диплом с отличием (красный диплом) получили двое выпускников — Ольга Лютоева и Андрей Мяндин. Комиссия рекомендовала к поступлению в магистратуру 6 бакалавров.

Тематика выпускных квалификационных работ, как всегда, была весьма разнообразной. Выполнены исследования в области палеонтологии, литологии, гидрогеологии, петрографии и петрохимии, полезных ископаемых. Государственная комиссия отметила, что большая часть выпускных работ выполнена студентами на собственных полевых материалах, собранных во время производственной практики. Каменный материал обработан с применением современных аналитических методов на базовой кафедре геологии — в лабораториях Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Доклады выпускников сопровождались грамотно оформленными презентациями.

Проверка ВКР в системе «Антиплагиат» показала, что все выполненные работы имеют высокий уровень оригинальности — от 65.05 до 97.51 %. Это свидетельствует о самостоятельности выпускников в проведении исследований по теме выпускной работы и солидном фактическом материале, собранном лично во время производственной практики.

Защита магистерских диссертаций проходила 23 июня. ГЭК работала в том же составе. На заседании было заслушано 10 выпускных магистерских работ. По итогам защит 5 выпускных работ (50 %) заслужили оценку «отлично», 2 (20 %) — «хорошо», 3 (30 %) — «удовлетворительно». Средний балл по защитах составил 4.2. Дипломы с отличием получили 5 выпускников — Б. И. Канев, М. Н. Паршукова, А. М. Шмакова, С. А. Ситкевич, К. В. Рылькова. Четырех из них (кроме К. В. Рыльковой) комиссия рекомендовала к поступлению в аспирантуру.

Тематика магистерских диссертаций также весьма разнообразна и актуальна. Магистрантами выполне-



После защиты. Выпуск бакалавров 2017 г. (слева — 21 июня, справа — 22 июня)

After defense. Bachelors — 2017 (left — June 21, right — June 22)



После защиты. Выпуск магистров 2017 г.

After defense. Masters 2017

ны исследования в области палеонтологии, литологии, минералогии, полезных ископаемых, нефтегазовой геологии. Представлены и работы, касающиеся разработки таких актуальных вопросов, как экологическая безопасность при эксплуатации газопроводов, контроль и оценка эффективности недропользования, налогообложение в сфере добычи полезных ископаемых. Среди научных руководителей магистерских диссертаций 3 доктора и 6 кандидатов геолого-минералогических наук. Государственная комиссия отметила высокий исследовательский уровень магистерских диссертаций, многие из них отличаются новизной полученных результатов, часть имеет практическое значение. Большинство полученных магистрантами результатов исследований апробированы в докладах на конференциях и публикациях.

Проверка выпускных работ в системе «Антиплагиат» показала, что практически все выполненные работы имеют высокий уровень оригинальности — от 85.94 до 94.93 % (60 % всех ВКР), повышенный — от 64.27 до 74.93 % (30 % всех ВКР) и лишь 1 представленная работа имеет степень оригинальности 48.02 %.

Все выпускные квалификационные работы бакалавров и магистерские диссертации выполнены на базовой кафедре СГУ в Институте геологии, высококвалифицированные сотрудники которого наряду с преподавателями кафедры геологии обеспечили их научное руководство, а большая группа научно-технического персонала аналитических лабораторий осуществила выполнение различных видов анализов, изготовление шлифов и аншлифов, первичную подготовку проб к анализам.

На выпускном вечере прозвучало много теплых слов в адрес преподавателей, научных руководителей и сотрудников Института геологии.

Поздравляем всех выпускников кафедры геологии 2017 года с получением дипломов о высшем образовании! Желаем успехов в профессиональной деятельности, удачи, новых свершений и счастья в личной жизни!

Председатель ГЭК, д. г.-м. н. Т. Шумилова;
к. г.-м. н. Т. Майорова

Бакалаврские работы 2017 года

Лютюева О. А. Характеристика и сравнение верхнерифейских строматолитовых доломитов ышкемесской и ваполской свит поднятия Джеджимпарма (рук. Антошкина А. И.).

Лобанов А. Ю. Характеристика Сереговского месторождения минеральных вод (рук. Митюшева Т. П.).

Яковлев А. А. Геоэкологическая обстановка на Сереговском месторождении каменной соли (рук. Митюшева Т. П.).

Матюшев П. В. Сравнительный анализ докембрийских и девонских базальтов (Средний Тиман) (рук. Голубева И. И.).

Терентьев С. И. Зоны оруденения в кварцитописчаниках четласской серии (Средний Тиман) (рук. Куликова К. В.).

Ульниров И. Л. Литология и условия образования карбонатных отложений верхнего силура Черпаюской площади (вал Гамбурцева) (рук. Майдль Т. В.).

Мяндин А. С. Сравнительное петроминералого-геохимическое исследование лавовых и пирокластических продуктов Трещинного Толбачинского извержения им. 50-летия ИВиС 2012–2013 гг. (рук. Силаев В. И., Карпов Г. А.).

Старцев А. О. Магматические породы Гердово-жского проявления (Средний Тиман) (рук. Куликова К. В.).

Хатанзейская Ю. С. Алмазоносные зювиты астроблемы Рис (Германия) (рук. Шумилова Т. Г.).

Бураков Н. Н. Метасоматиты и породы субстрата Новобобровского и Косьюского месторождений (петрографические, минералогические, химические особенности) (рук. Удоратина О. В.).

Ложкина А. И. Минералогические особенности железо-марганцевых конкреций Тихого и Индийского океанов и Балтийского моря (рук. Лысюк Г. Н.).

Костин А. А. Ихнофоссилии устьбездмошицкой свиты (верхний девон, Северный Тиман) (рук. Безносков П. А.).

Магистерские диссертации 2017 года

Канев Б. И. Биота и условия формирования верхнесилурийских отложений (пограничных отложений



лудлова и пржидола) западного склона Приполярного Урала (рук. Безносова Т. М.).

Рылькова К. В. Археоптериевые из девонских отложений бассейна р. Цильма (Средний Тиман) (рук. Тельнова Т. П.).

Меньшаков К. В. Минералогические особенности и генезис железомарганцевых конкреций Тихого океана (р-н Кларион-Клиппертон) (рук. Лысюк Г. Н.).

Паршукова М. Н. Усть-Полуйское святилище: опыт минералого-геохимических исследований ископаемого костного детрита (рук. Силаев В. И.).

Шмакова А. М. Сравнительный анализ титаносодержащих песчаников Среднего Тимана (р. Печорская Пижма) и Предуралья Краевого прогиба (р. Кыдзрасью) (рук. Голубева И. И.).

Милюков Е. Ю. Эколого-геологическая оценка возникновения риска разрыва газопровода в условиях

рассеченного рельефа Вымско-Вишерского междуречья (рук. Тентюков М. П.).

Ситкевич С. А. Геологическое строение, минеральный состав руд и условия образования месторождения Дажное (Саха (Якутия)) (рук. Майорова Т. П.).

Сокерин Е. М. Государственный контроль как институт повышения эффективности недропользования на примере угледобывающих компаний Республики Коми (рук. Корепанов Н. А.).

Бушманов А. А. Трансформация налога на добычу полезных ископаемых в налог на добавленный доход как фактор роста экономики (рук. Корепанов Н. А.).

Михайлов А. В. Особенности литологического состава каменноугольно-нижнепермских отложений на Безымянном месторождении углеводородов юга Верхнепечорской впадины Тимано-Печорской провинции (рук. Антоновская Т. В.).

Хроника

1 декабря — 30 лет трудовой деятельности ведущего технолога лаборатории органической геохимии Светланы Александровны Забоевой.

12 декабря — 50-летний юбилей лаборанта лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций Ирины Анатольевны Первушиной (награждена почетной грамотой УрО РАН).

17 декабря — 30 лет трудовой деятельности старшего научного сотрудника лаборатории структурной и морфологической кристаллографии Юлии Станиславовны Симаковой.

17 декабря — 30 лет трудовой деятельности младшего научного сотрудника Геологического музея им. А. А. Чернова Лилии Раиковны Ждановой.

22 декабря — 50-летний юбилей заведующей лабораторией минералогии алмаза д. г.-м. н. Татьяны Григорьевны Шумиловой.

26 декабря — врио директора Института геологии назначен Игорь Николаевич Бурцев.

Chronicle

December 1 — 30 years of career of Svetlana Alexandrovna Zaboeva — leading technologist of the Laboratory of organic geochemistry.

December 12 — the 50th anniversary of laboratory assistant of the Laboratory of lithology and geochemistry of sedimentary formations Pervushina Irina Anatolyevna (She was awarded with an honorary letter of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences).

December 17 — 30 years of career of senior researcher of the Laboratory of structural and morphological crystallography Simakova Yulia Stanislavovna.

December, 17 — 30 years of career of junior researcher of Geological Museum named after A.A. Chernov Zhdanova Liliya Raikovna.

December 22 — the 50th anniversary of the Head of the Diamond Mineralogy Laboratory, DSc Shumilova Tatyana Grigoryevna.

December 26 — Burtsev Igor Nikolayevich was appointed Director ad interim of the Institute of geology.

КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ НА 2018 ГОД

22–24 мая — минералогический семинар «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии» (Юшкинские чтения — 2018).

8 ноября — конференция, посвященная 60-летию Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

27–29 ноября — XXVII научная конференция для молодых ученых «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента».

5 декабря — XXXII Черновские чтения.

CALENDAR OF EVENTS FOR 2018

May 22–24 — Mineralogical seminar «Modern Problems of Theoretical, Experimental and Applied Mineralogy» (Yushkin Memorial Seminar — 2018).

November 8 — Conference dedicated to the 60th anniversary of the Institute of geology of Komi SC UB RAS

November 27–29 — the 27th scientific conference for young scientists «Structure, matter, history of lithosphere of Timan-Northern Urals segment».

December 5 — the 32st Chernov Memorial Seminar



БУДУЩЕЕ ЗА ТЕХНОЛОГИЯМИ • FUTURE BELONGS TO TECHNOLOGY

During 2017 the researchers of the Institute of geology took part in Russian and international exhibitions and competitions with their innovations and also delivered lectures popularizing scientific knowledge. The presented results attracted the attention of the participants and were awarded with diplomas and awards.

Коллектив ученых в рамках совместных исследований Института геологии Коми НЦ УрО РАН (лаборатория технологии минерального сырья) и Технического университета (факультет химической инженерии и охраны окружающей среды) г. Яси (Румыния) принял участие в международной выставке «Invent-Invest–2017», которая проходила в Румынии (Унгень, 12–15 ноября 2017 г.). Совместный российско-румынский проект «Нанотрубки на основе природного и синтетического материала: новые перспективы в индустрии креативных материалов (очистка водных систем, медицина и др.)» отмечен дипломом и золотой медалью. Другой совместный российско-румынский проект «Геополимерные материалы на основе минерального сырья как замена цемента» отмечен дипломом и серебряной медалью. Синтезированы новые сорбционные материалы на основе золы / термоусадочной извести как пример комплексного использования мине-

рального сырья. Использование адсорбентов на основе золы/извести для регенерации сточных вод — перспективная альтернатива существующим промышленным продуктам с экологической и экономической позиций. Получены результаты экспериментальных исследований лабораторных адсорбентов с использованием золы уноса (Печорский угольный бассейн, Россия) и извести (СЕТ Holboca Iasi Bicaz, Румыния). Выявлены оптимальные экспериментальные условия получения новых адсорбентов и характеристики синтезированных материалов. Новые материалы могут быть успешно использованы для удаления тяжелых металлов и радионуклидов из водных систем.

Большую активность в инновационных разработках и их популяризации проявили молодые ученые института. 4 декабря 2017 г. А. В. Понарядов принял участие в финале I Всероссийского конкурса ScienceSlamNano, организованного Фондом инфраструктурных и образовательных программ (РосНАНО) и Всероссийской ассоциации Science Slam с проектом «Титанический труд: в поисках нано». Г. В. Игнатьев стал победителем IX республиканского научно-практического форума «Инновационные технологии — основа развития национальной экономики» по программе «Умник–2017» с проектом «Разработка минерального сорбента-носителя целевых микроорганизмов для очистки токсичных и загрязняющих веществ (на примере микроорганизмов-нефтедеградаторов)». 19 декабря 2017 г. в Администрации главы Коми прошло награждение победителей второго республиканского конкурса инновационных проектов. Конкурс проходил в несколько этапов и включал четыре номинации: «Лучшая научно-инновационная идея», «Лучший инновационный проект», «Лучший проект организации инновационной инфраструктуры», «Лучшая научно-инновационная работа молодого



Вручение диплома победителя конкурса «Умник» Г. В. Игнатьеву
Presentation of diploma of winner of contest «Umnik» for Ignatiev G. V.



Вручение диплома участников второго республиканского конкурса инновационных проектов «Лучшая научно-инновационная идея» И. А. Перовскому и Д. А. Шушкову
Presentation of diploma of participants of the second Republican competition of innovative projects «The best scientific and innovative idea» for Perovsky I. A. and Shushkov D. A.



Золотая медаль (слева) за совместный российско-румынский проект «Нанотрубки на основе природного и синтетического материала — новые перспективы в индустрии креативных материалов». Серебряная медаль (справа) за совместный российско-румынский проект «Геополимерные материалы на основе минерального сырья как замена цемента»

Gold medal (left) for «Nanotubes based on natural and synthetic material — new perspectives in the creative material industry». Silver medal (right) for «Geopolymer materials based on mineral raw as a replacement for cement»



го ученого Республики Коми». Из 27 проектов в финал вышли 13. Сотрудники Института геологии И. А. Перовский и Д. А. Шушков стали лауреатами конкурса в номинации «Лучшая научно-инновационная идея» с проектом «Реабилитация загрязненных земель и водных ресурсов пос. Водный».

Получено положительное решение от 08.08.2017 г. о выдаче патента РФ по заявке № 2016138920 РФ. Способ получения сорбента нефти и нефтепродуктов. Кочева Л. С., Карманов А. П., Кочанова А. П.; приоритет 03.10.2016 г.

Г. В. Игнатьев и Д. А. Шушков приняли участие в работе республиканского молодежного инновационного конвента «Молодежь — будущему Республики Коми» (выставка новейших технологий и инновационных проектов в области науки, культуры и общественного развития), который прошел в Ухте с 15 по 16 марта 2017 г. Проект «Цеолитсодержащие породы Республики Коми — перспективный вид минерального сырья» награжден дипломом за III место в разделе «Естественные науки и медицина».

И. Перовский

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ВУЗОВСКИХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ НАУК INTERNATIONAL COOPERATION OF UNIVERSITY AND ACADEMIC SCIENCES

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина и Университет Мишкольца (Венгрия) в 2015 году заключили соглашение об образовательном и научном сотрудничестве. Программа координируется д. г.-м. н. О. Б. Котовой (ИГ Коми НЦ УрО РАН), к. г.-м. н. Т. П. Майоровой (СГУ им. Питирима Сорокина) и доктором Ласло Гомзе (Университет Мишкольца). В рамках «Соглашения» выпускники-магистры (2015–2016) Бронислав Канев и Сергей Ситкевич кафедры геологии СГУ им. Питирима Сорокина и базовой кафедры геологии в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН успешно сдали экзамены в аспирантуру университета Мишкольца (PhD students of Antal Kerpely Doctoral School of Materials Science and Technology). Бронислав Канев, Сергей Ситкевич и Университет Мишкольца благодарят Институт геологии Коми НЦ УрО РАН в лице директора академика А. М. Асхабова, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина и Республику Коми в лице члена совета Федерации Федерального Собрания РФ Республики Коми В. П. Маркова, которые поддержали молодых ученых в их стремлении успешно освоить Программу докторской школы (Doctoral School of Materials Science and Technology University of Miskolc) в рамках научного сотрудничества России и Венгрии.

И. Перовский

The Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin and the University of Miskolc (Hungary) concluded the Agreement on Educational and Scientific Cooperation in 2015. The program is coordinated by DSc O. B. Kotova (IG Komi SC UB RAS), PhD T.P. Mayorova (SSU named after Pitirim Sorokin) and Dr. Laszlo Gomze (University of Miskolc). According to the agreement graduates-masters (2015–2016) Kanev Bronislav and Sitkevich Sergey, having graduated from the Department of geology of the Institute of Natural Sciences and the basic chair of geology of SSU in the Institute of geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, successfully passed their postgraduate examinations at the University of Miskolc. Today they are PhD students of Antal Kerpely Doctoral School of Materials Science and Technology. Kanev Bronislav, Sitkevich Sergey and the University of Miskolc are grateful to the Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in the person of Academician A. M. Askhabov, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin and Komi Republic in the person of V. P. Markov, a member of the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation of Komi Republic, who supported young scientists in their efforts to successfully complete the Doctoral School of Materials Science and Technology of the University of Miskolc in the framework of scientific cooperation between Russia and Hungary.

I. Perovsky



Бронислав Канев (слева) и Сергей Ситкевич (справа) в экспериментальной лаборатории Университета Мишкольца

Bronislav Kanev and Sergey Sitkevich in the experimental laboratory of the University of Miskolc



Бронислав Канев на совещании в Университете Мишкольца
Bronislav Kanev at a meeting at the University of Miskolc

НАУКА С РАЗМАХОМ: ОТ МАНТИЙНОГО АЛМАЗА ДО УГЛЕРОДНЫХ ЗВЕЗД

К 50-летию Татьяны Григорьевны Шумиловой

SCIENCE SPREADING FROM MANTLE DIAMOND TO CARBON STARS

Celebrating Tatyana Grigoryevna Shumilova's 50th Anniversary

Dr. Sc. T. G. Shumilova is a prominent scientist in the field of research of diamond and other modifications of carbon, she is widely known in Russia and abroad. She conducted deep mineralogical, geochemical studies of carbon phases of a wide range of geological objects in Russia and various regions of the world. She carried out systematization of carbon substances and mechanisms of their formation in nature. She determined covariance of carbon phases under conditions of the same geological process. She found new natural carbon phases. She developed a method of searches for diamonds of a non-kimberlite type. She made a major contribution to the experimental study of natural processes of formation of carbon substances and production of carbon materials in a wide range of temperatures and pressures, including extreme conditions.

Татьяна Григорьевна Шумилова — доктор геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией минералогии алмаза Института геологии им. академика Н. П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН (с 2007 г.), внештатный научный сотрудник Гавайского университета (Гонолулу, США), специалист в области минералогии углерода и углеродных материалов — родилась 22 декабря 1967 г. в Воркуте.

После окончания с отличием Ленинградского горного института им. Г. В. Плеханова в 1991 г. поступила в аспирантуру Института геологии Коми научного центра УрО РАН. В 1995 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме «Минералогия и технологические свойства метаморфических алмазов». В 2004 г. в Санкт-Петербургском государственном горном институте успешно защитила докторскую диссертацию «Минералогия самородного углерода».

Область научных интересов — минералогия, кристаллография, углеродные фазы, алмаз, графит, углеродные наноструктуры, углеродные нанотрубки и нановолокна, микро- и наноалмазы, графен, диафит, промежуточные состояния углерода, механизмы кристаллизации углерода, фазовые трансформации, полиморфизм и полигения углеродных модификаций, экспериментальный синтез алмаза и других модификаций углерода, модифицирование свойств углеродных материалов, состояние углерода в экстремальных условиях, диаграмма фазового состояния углерода, влияние углеродистых веществ на формирование рудной минерализации в породах черносланцевого типа, разработка методов поисков коренных месторождений алмаза.

Т. Г. Шумилова — автор и соавтор шести монографий, более 220 научных публикаций, в том числе более 70 статей в ведущих российских и зарубежных журналах, четырех изобретений. Она ведет большую научно-организационную деятельность, является инициатором и руководителем крупных проектов и грантов, а



также многочисленных международных соглашений, в том числе с научными организациями США, Германии, Японии, экспертом РНФ (с 2017 г.), рецензентом международных издательств Springer и Elsevier, экспертом РНФ, экспертом ОНЗ УрО РАН и СПбГУ, членом диссертационного совета Д 004.008.01, руководителем Сыктывкарского регионального отделения Российского углеродного общества. Активно сотрудничает с зарубежными научными организациями — Аргоннской национальной лабораторией (США), Геофизической лабораторией Института Карнеги Вашингтонского университета (США), Гавайским университетом (США); Университетом Йены им. Ф. Шиллера (Германия), Центром электронной микроскопии Ахенского университета (Германия), Франкфуртским университетом (Германия), Институтом междисциплинарной науки Гильхинга (Германия); Институтом технической физики и материаловедения (Венгрия), Университетом Ниигата (Япония) и др., проводит совместные исследования с многочисленными российскими организациями. Являясь членом комиссии Российского минералогического общества по органической минералогии, Татьяна Григорьевна еще и председатель Сыктывкарского отделения Общероссийской общественной организации специалистов в области углерода и углеродных материалов «Углеродное общество». Начиная с 2004 г. она руководит курсовыми и дипломными работами студентов, научной работой аспирантов и докторантов. Под ее руководством подготовлены к защите кандидатская и докторская диссертации.

В 2006 и 2010 гг. Татьяна Григорьевна прошла международные стажировки в Центре электронной микроскопии Ахенского университета (Германия), где освоила навыки исследований с применением высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии на атомарном уровне в совокупности с низкоэнергетической электронной спектроскопией. В 2015 г. проводила исследования в Университете Йены (Германия) по гранту немецкого общества академических обменов.

Т. Г. Шумилова удостоена наград и премий: стипендии Президента России для талантливых молодых ученых (1997–1999 гг.), международной премии

Хатчисона, присужденной Международным союзом геологических наук (2000 г.), диплома Фонда содействия отечественной науке в номинации «Кандидаты наук РАН» (2004 г.), диплома Фонда содействия отечественной науке в номинации «Доктора наук РАН» (2005–2006 гг.), грамоты Коми НЦ УрО РАН (1998 г.), Уральского отделения РАН (2008 г.), Российской академии наук и профсоюза РАН (2012 г.).

В этот особенный день мы желаем ей ярких эмоций, огромного творческого потенциала, воплощения в жизнь всех идей, здоровья и семейного уюта!

Редколлегия *Вестника*

ПЕРВАЯ АСПИРАНТКА АКАДЕМИКА Н. П. ЮШКИНА

К юбилею Г. Е. Юшковой

THE FIRST POSTGRADUATE STUDENT OF ACADEMICIAN N. P. YUSHKIN

G. E. Yushkova's Jubilee

Скорпион скорпиону (Г. Юшковой)

*Бывало все — и спорили с тобой мы, и дружили,
Как скорпионы в клетке золотой.
Идут года. А ты все в прежней силе —
Осталась мудрой, бодрой, молодой.*

Имя кандидата геолого-минералогических наук Галины Евгеньевны Юшковой в истории Института геологии Коми НЦ связано с созданием в его структуре лаборатории спектрального анализа.

Галина Юшкова (Матвеева) родилась 14 декабря 1932 г. в г. Онега Архангельской области. В 1956 г. после окончания химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова она поступила на работу в Отдел геологии Коми филиала АН СССР на должность старшего лаборанта. Стояла задача — наладить спектральный анализ как наиболее массовый экспрессный метод анализа геологических проб. Создание такого кабинета началось с нуля, с приобретения необходимого оборудования, разработки методик, первых аналитических определений. Организация в 1958 г. Института геологии и в его составе лаборатории спектрального и шлихового анализа, где и закрепилась спектральная группа, способствовали развитию этого направления. Разработка различных методик проводилась в тесном сотрудничестве с ведущими спектроскопистами центральных институтов страны. Г. Юшковой были освоены и введены в практику сначала полуколичественный анализ, а затем и методики количественного определения целого ряда элементов в минералах и горных породах.

Основной темой научных исследований Г. Е. Юшковой стало изучение типохимизма лития в кварце. В течение нескольких лет (1964–1968 гг.) она участвовала в работах по теме «Минералогия и генезис месторождений горного хрусталя на Приполярном Урале» (руководитель работ В. В. Буканов). Ею был разработан количественный спектральный анализ кварца на комплекс элементов-примесей, в том числе лития, рубидия, цезия.

С 1968 по 1971 гг., в период обучения в очной аспирантуре, Г. Юшкова продолжала работы по изуче-



нию закономерностей поведения лития в процессах хрусталеобразования, формах его вхождения в структуру кристаллов кварца различного генезиса, имеющих важное прогнозно-поисковое и оценочное значение. В 1973 г. в Казанском государственном университете Г. Юшкова успешно защитила кандидатскую диссертацию «Типохимизм лития и других элементов в кварце». Николай Павлович Юшкин как научный руководитель высоко оценил вклад Г. Е. Юшковой в минералогическую теорию и практику (Н. П. Юшкин. *Моя первая аспирантка // Очерки об ученых. Екатеринбург, 2013*). Более трех десятков научных трудов Г. Е. Юшковой, в том числе монография, посвящены разным проблемам минералогии и методам минералогических исследований. Ее деятельность на протяжении ряда лет на посту ученого секретаря Сыктывкарского отделения ВМО (Всесоюзное [Российское] минералогическое общество) способствовала плодотворным связям сыктывкарских минералогов с минералогами страны. Коллектив Института геологии сердечно поздравляет Галину Евгеньевну Юшкову с 85-летним юбилеем и желает всего доброго в жизни и творчестве!

Г. Маркова, ветеран Коми НЦ УрО РАН



ГЕОЛОГ С КУПЕЧЕСКИМИ КОРНЯМИ • GEOLOGIST WITH MERCHANT ROOTS

December 2017 marks the 80th Anniversary of Nikolay Vladimirovich Sukhanov's birth. He worked in the Institute of geology in the isotope geochronology group for more than twenty years as a laboratory assistant, then as a junior researcher, engineer, a senior engineer. For sixteen years he was the head of the personnel department of the Komi Science Center of UB AS USSR. When N. V. Sukhanov retired, he restored the history of his family, who had played a huge role in the development of merchants in the Komi region.

Многие сотрудники института связали свою судьбу с геологией по разным причинам. Кто-то пошел по стопам родителей и стал частью династии геологов, кто-то попал случайно, но все стремятся открыть что-то новое, сделать вклад в познание природы, оставить свое имя в науке. Н. В. Суханов — один из тех, кто не случайно пришел в Институт геологии и проработал более тридцати лет.

Николай Владимирович Суханов родился 31 декабря 1937 года в Сыктывкаре в семье служащих. В 1952 году, после окончания Сыктывкарской мужской семилетней школы № 14 им. А. С. Пушкина, Н. В. Суханов поступил в Ухтинский горно-нефтяной техникум на специальность «геология и разведка нефтяных месторождений». После окончания техникума в 1955 году работал в нем лаборантом. В 1956 г. учился в Ленинградском горном институте. После окончания первого курса призвался в армию. В 1961 году Н. В. Суханов возвратился в Сыктывкар и поступил на работу в Институт геологии Коми филиала АН СССР на должность лаборанта, затем работал младшим научным сотрудником, инженером, старшим инженером. Параллельно Н. В. Суханов учился на заочном отделении физико-математического факультета Коми государственного педагогического института, которое закончил в 1969 году. С 1987 года и до выхода на пенсию в 1993 году работал начальником отдела кадров Коми научного центра УрО АН СССР. В Институте геологии Н. В. Суханов занимался изотопной геохронологией, участвовал в летних экспедиционных исследованиях на Северном Тимане, Северном и Приполярном Урале в составе геологических отрядов Б. А. Малькова, М. В. Фишмана, Б. А. Голдина, Е. П. Калинина. Н. В. Суханов стал автором и соавтором более 25 научных публикаций по вопросам геологии, автором десятков рационализаторских предложений.

С 2002 года Н. В. Суханов начал заниматься поиском документов, восстанавливающих историю рода Сухановых. Его исследования связали старинный род купцов Сухановых, священнический род Потёминских и историю г. Усть-Сысольска—Сыктывкара. Родоначальником купеческой династии стал «средний» крестьянин Федор, а фамилия рода произошла от прозвища Сухан, которое дали сыну Федора Давыду.

Расцвет рода Сухановых пришелся на XVII век. Уже внук Федора Леонтий Суханов развернул обширную торговлю пушниной, скупал меха во многих уголках Коми края, успешно продавая их в Москве, Великом Устюге и других городах. Чуть позже Сухановы стали заниматься транзитной торговлей хлебом, снаряжали обозы на мно-



гие российские ярмарки, в том числе в Сибирь. Такое бурное развитие помогло добиться установления в Усть-Сысольске таможни для скупки пушнины, и только после этого Усть-Сысольск стал расти и позднее стал городом.

В первой половине XVIII века Сухановы изменили свое сословное положение. В 1723 году Сухановы были зачислены в купеческое сословие города Яренска, а затем и усть-сысольское. В XVIII веке они стали одними из крупнейших скупщиков продукции охоты, рыболовства и сельского хозяйства в Коми крае и открыли первый винокурный завод на реке Човью. Они построили первую каменную церковь и главное украшение Усть-Сысольска XVIII века — Троицкий собор. Их знали и в Москве, и в Санкт-Петербурге. Все приезжие столичные купцы и чиновники останавливались в первом каменном доме в Усть-Сысольске, построенном купцами Сухановыми.

К 30-м годам XIX столетия Сухановы перешли в разряд мещан. Однако в истории городского управления Сухановы были градоначальниками. Степан Григорьевич Суханов пять лет был городским главой Усть-Сысольска. Последним городским главой при царе и после февральской революции был Алексей Ефимович Суханов. Он дважды занимал эту должность — с 1906 по 1910 и с 1914 по 1918 годы. Много среди Сухановых было учителей, инженеров и врачей. Так, отец Н. В. Суханова, Владимир Николаевич Суханов, участник Гражданской и Великой Отечественных войн, был инспектором Коми облпотребсоюза, банковским работником, заядлым охотником и рыболовом. Дед Н. В. Суханова по материнской линии — Всеволод Иоаннович Потёминский — был священником Никольской церкви в селе Семуково Усть-Вымского района, в 1937 году был репрессирован и расстрелян. Решением Священного синода от 6 октября 2001 года священник Всеволод Иоаннович Потёминский был канонизирован Русской православной церковью и причислен к лику святых.

Сам Н. В. Суханов помимо геологии занимался общественной деятельностью, собирал различные рецепты народной медицины. Николай Владимирович Суханов скончался 4 апреля 2013 года в г. Сыктывкаре.

Н. В. Суханов награжден медалями «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина» (1970 г.), «Ветеран труда», почетными грамотами Института геологии и Коми научного центра УрО

РАН. В феврале 2007 года был награжден почетным знаком ветерана Коми научного центра УрО РАН.

Литература

Артеев А. Быль и легенды рода Сухановых // Знай наших! Сыктывкар, 2009. № 14. www.znainashix.ru

Коми край: очерки о десяти веках истории. Сыктывкар / Сост. И. Л. Жеребцов. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 2003. 368 с.

Сивкова А. Сухановские миллионы // Республика. 2008 г. 2 мая.

Фишман М. В. Люди науки. Научные сотрудники Института геологии Коми научного центра УрО РАН. Сыктывкар, 1997. 315 с.

References

Arteev A. *Byl i legendy roda Suhanovyh* (Facts and legends of the Sukhanovs). *Znai nashih!* Syktyvkar, 2009, No.14, <http://www.znainashix.ru>

Komi krai: ocherki o desyati vekah istorii Syktyvkar (Komi region: stories about ten centuries of history of Syktyvkar City). Compiled by I.L. Zherebtsov. Syktyvkar: Komi Publishing, 2003, 368 pp.

Sivkova A. *Sukhanovskie million* (Sukhanov's millions). *Respublika Newspaper*. May 2 2008, Fishman M. V. *Lyudi nauki. Nauchnye sotrudniki Instituta geologii Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* (People of science. Researchers of Institute of geology of Komi Science center UB RAS). Syktyvkar, 1997, 315 pp.

ХРАНИТЕЛЬ КАМЕННОГО БОГАТСТВА МУЗЕЯ KEEPER OF STONE RICHES OF THE MUSEUM

For thirty years Liliya Raikovna Zhdanova has been working at the Institute of geology. She started her career as a senior lab assistant, and for more than 20 years she has been working as a custodian of the funds of the Geological Museum named after A. A. Chernov. Liliya Raikovna is making a huge contribution to museum and fund activities and popularization of geological knowledge.

Тридцать лет назад, в 1987 г., Лилия Раиковна Жданова поступила в Институт геологии Коми НЦ УрО РАН на должность старшего лаборанта в лабораторию технологии минерального сырья. Окончив Казанский химико-технологический институт по специальности инженер-химик-технолог и имея опыт работы в Казанском научно-исследовательском институте химических продуктов, она с легкостью освоила методику извлечения золота на винтовых шлюзах. Однако вскоре в институте был выделен как самостоятельное подразделение Геологический музей им. А. А. Чернова, что привело к расширению штата сотрудников музея. Николай Павлович Юшкин увидел ответственное отношение к работе, педантичность, аккуратность и коммуникабельность Лилии Раиковны и предложил ей должность хранителя музея. Уже более 20 лет она проводит большую работу по приемке новых экспонатов, инвентаризации монографических и рабочих фондов, обеспечивает специалистам возможность работы с архивными и научными коллекциями. Л. Р. Жданова активно участвует в обновлении существующих и создании новых тематических выставок, новых экспозиционных залов, составляет каталоги образцов музейных коллекций, ведет работу по популяризации и пропа-



ганде научных знаний, принимает участие в подготовке информационных и научных обобщений музейных материалов, составляет каталоги музейных образцов коллекций. Ежегодно Л. Р. Жданова готовит учебные коллекции для различных организаций республики (детсады, школы, центры экологического воспитания и т. п.).

Желаем Лилии Раиковне благополучия, дальнейших успехов и новых достижений.

Редколлегия *Вестника*



УКАЗАТЕЛЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В *Вестнике* В 2017 ГОДУ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПЕРЕДОВЫЕ СТАТЬИ	НОМЕР	СТРАНИЦЫ
Асхабов А. М., Козырева И. В. Научно-организационная деятельность Института геологии в 2016 году	2	3–11
НАУЧНЫЕ СТАТЬИ		
Андреичева Л. Н., Буравская М. Н. Типоморфные особенности гранатов из среднелептосиловых тиллов севера и юга Тимано-Печоро-Вычегодского региона	1	16–21
Антошкина А. И., Пономаренко Е. С., Силаев В. И. Биохеомогенная природа ордовикских шамозитов на Северном Урале	9	12–22
Богдасаров М. А. Мезозойские ископаемые смолы Северной Евразии	7	3–11
Буравлева С. Ю., Авченко О. В., Пахомова В. А. Об условиях образования диаспора в первичных флюидных включениях в корунде месторождения Сутара (Дальний Восток России)	3	14–19
Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С., Шадрин А. Н., Деревесникова А. А. Доманиковые отложения Денисовского прогиба по результатам исследования керна скважины Командиршор-12	7	12–20
Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С., Рябинкин С. В., Кузьмин Д. В., Мокеев М. В. Уголь Воркутского района: состав углеводородов биомаркеров, возможности получения обеззоленного концентрата	9	3–11
Вихоть А. Н., Лютоев В. А. Выявление участков опасности осадочно-просадочных процессов в грунтах в условиях вибросейсмического поля урбанизированных территорий (на примере Сыктывкара)	6	20–26
Гаврилов С. В., Харитонов А. Л. О конвективных вихрях Карига в палеозойском мантийном клине под Тимано-Печорской плитой как механизме выноса углеводородов	8	12–16
Глухов Ю. В., Удоратина О. В., Филиппов В. Н., Исаенко С. И. Находка самородного аутигенного золота на Новобобровском редкометалльно-редкоземельном рудном поле (Четласский камень, Средний Тиман)	11	22–27
Голубев Е. А., Антонец И. В. Влияние некоторых минералого-петрографических особенностей на отражение шунгитовыми породами СВЧ-излучения в диапазоне 26–39 ГГц	5	43–48
Голубева И. И., Уляшев В. В., Филиппов В. Н. Фосфатоносные рифейские углеродистые кварциты бассейна реки Большая Щучья	5	3–13
Горбатова Е. А., Харченко С. А., Ожогина Е. Г., Якушина О. А. Минералогия доменных шлаков	4	24–28
Гракова О. В. Термодинамические условия метаморфизма верхнепротерозойских отложений Полярного Урала	6	13–19
Грановская Н. В. Уровни планации в горном рельефе Башкирского Урала на примере Туканской площади	11	15–21
Груздев Д. А. Позднедевонско-раннекаменноугольная изолированная карбонатная платформа на Приполярном Урале (р. Бол. Надота)	4	16–23
Денисова Ю. В. Включение золота в аксессуарном цирконе Кожимского гранитного массива	4	12–15
Езимова Ю. Е., Удоратин В. В., Магомедова А. Ш. Локализация тектонических нарушений Печоро-Колвинского авлакогена по сейсмическим данным и их проявление в радоновом поле	9	23–29
Журавлев А. В. Структура органического вещества конодонтовых элементов — данные атомно-силовой микроскопии	10	20–25
Журавлев А. В. Гистологическое применение рентгеновской микротомографии конодонтов	2	41–44
Журавлев А. В. Сравнительная гистология конодонтов и ранних позвоночных	4	37–42
Ильченко В. Л. Выявление элементов упругой симметрии в образцах анизотропных горных пород методом рентгеновской томографии	9	30–33
Ковалев С. Г., Высоцкий С. И., Ковалев С. С., Котляров В. А. Сульфидно-селенидная минерализация в вулканогенно-осадочных породах шатакского комплекса (Башкирский мегаантиклинорий)	7	21–27
Конанова Н. В., Удоратин В. В., Магомедова А. Ш. Магнитные аномалии зоны сочленения северо-восточной части Волго-Уральской антеклизы и Вычегодского прогиба	12	25–30
Конько О. А. Обеспечение экологической безопасности при обращении с отходами на нефтяных месторождениях	12	39–41



Костров Н. П., Иванов К. С. Комплекс интерпретации потенциальных полей для геологии	10	3–8
Котова О. Б., Москальчук Л. Н., Шушков Д. А., Леонтьева Т. Г., Баклай А. А. Сорбенты радионуклидов на основе промышленных отходов: физико-химические свойства и перспективы использования	4	29–36
Котова О. Б., Харжа М., Кретеску И., Ноли Ф., Пеловский Й., Шушков Д. А. Цеолиты в технологиях предотвращения и восстановления водных систем от загрязнения	5	49–53
Кузнецов С. К., Тарбаев М. Б., Сокерина Н. В., Майорова Т. П., Филиппов В. Н. Золотосульфидная минерализация рудопоявления Караванного (Приполярный Урал)	8	3–11
Майдль Т. В., Лютоев В. П., Даныщикова И. И., Головатая О. С. Использование электронного парамагнитного резонанса для выявления признаков тектонических преобразований в карбонатных породах надвиговых зон (на примере силурийско-ордовикских отложений скв. 1-Адакская, центральная часть гряды Чернышева)	2	29–40
Макеев А. Б., Красоткина А. О., Скублов С. Г. Новые данные о U-Pb-возрасте и составе циркона (SHRIMP-II, SIMS) из полиминерального рудопоявления Ичетью (Средний Тиман)	11	28–42
Мансуров Р. Х., Андреев А. А., Двуреченская С. С., Викентьев И. В. Геолого-структурные особенности крупнообъемного прожилково-вкрапленного золотосульфидного оруденения Петропавловского месторождения (Полярный Урал)	3	3–13
Минибаев А. М., Котова Е. Л. Геолого-структурные и петрологические особенности дайковых и жильных пород Каменушинского массива (Средний Урал)	12	31–38
Мяндин А. С., Тарасов К. В. Статистическая характеристика пузыристости лав трещинного Толбачинского извержения на Камчатке	3	35–38
Немов А. Б. Манганоильменит и пиррофанит из сиенитов ильмено-вишневогорского щелочного комплекса (Южный Урал)	5	14–19
Никандров А. С., Никандров С. Н. Особенности состава основных породообразующих минералов амфиболитов ильменской серии Ильменогорского комплекса (Южный Урал)	4	3–11
Никулова Н. Ю., Макеев Б. А., Филиппов В. Н., Жарков А. В. Гранаты из пород тельпосской свиты нижнего ордовика (г. Маяк, Приполярный Урал)	10	26–30
Никулова Н. Ю. Вещественный состав и условия образования пород пижемской свиты верхнего рифея на возвышенности Очпарма (Южный Тиман)	3	28–34
Поваренных М. Ю., Матвиенко Е. Н., Янсон С. Ю. Фрустумационное (первично-кусковатое) строение горно-породного уровня пространства-времени — новое макроскопическое синергетическое свойство	5	31–42
Понарядов А. В. Минералого-технологические особенности ильменит-лейкоксоновых руд Пижемского месторождения, Средний Тиман	1	29–36
Пономарева Т. А. Петрофизическая зональность в структурно-вещественных комплексах севера Урала	1	8–15
Пономарева Т. А., Пыстин А. М., Кушманова Е. В. Глубинная характеристика неркаюского эклогит-сланцевого комплекса Приполярного Урала по гравиметрическим данным	11	9–14
Пономаренко Е. С., Иванова Р. М. Литология и стратиграфия верхнесерпуховско-нижнебашкирских отложений в разрезе Пача-Шор (р. Илыч, Северный Урал)	7	28–37
Попов В. Г., Абдрахманов Р. Ф. Гидрогеологические предпосылки нефтеносности Кизильской зоны Южного Урала	1	3–7
Потапов И. Л., Попвасев К. С. Структурная эволюция докембрийских пород северной части Приполярного Урала	10	9–19
Пыстина Ю. И., Денисова Ю. В., Пыстин А. М. Типоморфные признаки цирконов как критерий для расчленения и корреляции гранитоидов (на примере северной части Приполярного Урала)	12	3–15
Романов А. А., Журавлев А. В. Взаимоотношения карбонатного паравтохтона и сланцевого аллохтона Пай-Хоя (Югорский полуостров)	1	22–28
Селятницкий А. Ю., Куликова К. В. Эволюция химического состава граната при метаморфизме перидотитов УНР-комплекса Марун-Кеу (Полярный Урал)	8	36–43
Силаев В. И., Брокманс М. А., Петровский В. А., Сухарев А. Е., Хазов А. Ф. Минералого-геохимические свойства твердых битумов в контексте прогноза нефтегазоносности (на примере Минусинского межгорного прогиба)	6	3–12
Силаев В. И., Кокин А. В., Слюсарь А. В., Попов Ю. В. Микростроение и минералого-геохимические свойства типичных конкрементов человека	8	23–35



Скуфьин П. К. Новая модель геологического строения Южной зоны раннепротерозойского Печенгско-Варзугского зеленокаменного пояса (Кольский полуостров)	11	3–8
Соболев И. Д., Соболева А. А., Варламов Д. А. Возраст монцодиорит-порфиров из поздней дайковой фазы Конгорского массива (Полярный Урал) по результатам U-Pb (SIMS)-датирования цирконов	12	16–24
Соляник В. А. Новая миссия академических музеев Дальнего Востока	11	51–53
Тентюков М. П., Лысова В. Ф. Морфометрический анализ рельефа Юго-Западного Притиманья и прогнозная эколого-геологическая оценка устойчивости Тракт-Синдорского участка магистрального газопровода в зоне геодинамически нестабильных структур	6	27–31
Тимонина Н. Н., Тарбаев М. Б. История становления, состояние и перспективы развития газовой промышленности Республики Коми	9	34–39
Тришина О. М., Горбачев Ф. Ф., Ковалевский М. В. Некоторые петрофизические свойства преобладающих пород архейской части разреза Кольской сверхглубокой скважины СГ-3	10	31–41
Уляшева Н. С. Геохимические особенности и геодинамическая обстановка формирования верхнепротерозойских отложений няровейской серии	5	20–30
Файзиева К. А. Микроскопические исследования диатомитов разреза «Белая горка» (Свердловская область)	7	38–41
Чайковский И. И., Чиркова Е. П., Трапезников Д. Е. Хромжелезистые метакolloидные образования из белых карналлитов Верхнекамского месторождения	3	20–27
Чередниченко С. В., Дубинина Е. В. Бариевые полевые шпаты ильмено-вишневогорского комплекса (Южный Урал)	8	17–22
Шайбеков Р. И., Исаенко С. И., Журавлев А. В., Вымазалова А. Диагностика природных телуридов благородных металлов методами рамановской спектроскопии и рентгеновской микротомографии (рудопроявление Савабейский, Пай-Хой)	3	39–44
Шкодзинский В. С. Природа специфики геологических процессов в раннем докембрии	2	12–19
Шумилов И. Х., Тельнова О. П. Условия образования и минеральные особенности терригенных отложений девона в бассейне р. Цильмы на Среднем Тимане	2	20–28
Шумилов И. Х. Влияние минерального состава пород на результаты карбонатного анализа	6	32–39
Щемелина Т. Н., Котова О. Б., Хария М., Анчугова Е. М., Пеловский И., Кретеску И. Новые тренды в механизмах повышения производительности материалов на минеральной основе	6	40–42
ЭКСПЕДИЦИИ		
Полевой сезон [фотографии 2017 г.]	8	48
Плотицын А. Н., Соболев Д. Б., Матвеев В. А., Панфилов А. В., Котик Н. С., Удоратин В. В., Сокерин М. Ю., Шуйский А. С., Кряжева И. В., Безносков П. А., Шумилова Т. Г. Полевой сезон 2017 года	10	42–48
Экспедиционный сезон 2017	6	46–48
СОВЕЩАНИЯ, КОНФЕРЕНЦИИ, СИМПОЗИУМЫ, СЪЕЗДЫ		
За рубежом		
Котова О. Б. Прикладная минералогия: из Бари в Белгород	6	43–45
Асхабов А. М. Минералогия глин в Гранаде	11	55–56
В России		
Котова О. Б. Современные проблемы комплексной переработки труднообогатимых руд и техногенного сырья (международная конференция «Плаксинские чтения—2017»)	11	43–45
В Сыктывкаре		
Майорова Т. П. Путь в науку начинается со студенческой скамьи [20-я научная конференция «Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе»]	11	45–47
Пыстин А. М. Геодинамика и рудогенез	9	40–41
Юхтанов П. П. Природное геологическое наследие Европейского Севера России (Всероссийская научная конференция, Сыктывкар, 17–18 октября 2017 г.)	10	51–52

**ИСТОРИЯ**

Астахова И. С. На борьбу за уголь: к 85-летним датам в угольной промышленности Республики Коми	5	54–55
--	---	-------

ПЕРСОНАЛИИ

Юбилей: 50-, 60-, 70-... летия со дня рождения		
Андреичева Л. Н. Фанатик от науки [к 95-летию Б. И. Гуслицера]	4	46–47
Астахова И. С., Юхтанов П. П., Жданова Л. Р. Имя, увековеченное в геологии [140 лет со дня рождения профессора А. А. Чернова]	7	46–48
Богдасаров М. А. Человек, определивший мою судьбу [памяти академика Н. П. Юшкина]	9	42–43
Валяева О. В. Повесть о настоящем геологе [к 85-летию Л. А. Анищенко]	11	54
Геолог с купеческими корнями [к 80-летнему юбилею Н. В. Суханова]	12	49–50
К вершинам кристаллографии [к 60-летию Г. Н. Лысюк]	8	44–45
Калинин Е. П. Василий Михайлович Сеньюков (к 110-летию со дня рождения)	1	41–44
Королева палинологии [Н. В. Ильиной — 60]	6	50
Куликова К. В. Петрографический калейдоскоп И. И. Голубевой [к 60-летию]	4	45–46
Лучше гор могут быть только горы (к юбилею К. В. Куликовой) [к 50-летию]	10	50
Лысюк Г. Н. Мастер структурных форм [к 75-летию Л. А. Хорошиловой]	4	47–48
Мастер спектрального анализа [к 80-летию Т. И. Ивановой]	6	52
Минералог с большой буквы [к 70-летию В. И. Силаева]	6	49
Мир палеозоя Т. Безносовой [к 70-летию]	7	42
На перекрестке двух наук [к 60-летию Л. С. Кочевой]	8	45–46
Наука с размахом: от мантийного алмаза до углеродных звезд [к 50-летию Т. Г. Шумиловой]	12	47–48
Первая аспирантка академика Н. П. Юшкина (к 85-летию Г. Е. Юшковой)	12	48
Правильно выбрать мечту (к 50-летнему юбилею О. В. Удоратиной)	10	49
Почетный геолог [к 80-летию Е. П. Калинина]	9	43
Салдин В. А., Сокерин М. Ю., Романов К. Памяти друга [к 50-летию С. А. Попова]	1	44
Хранитель фондов Геологического музея им. А. А. Чернова [А. И. Чумаковой — 80 лет]	11	50
Шушков Д. А. Рентгенограф глини [к 85-летию В. В. Хлыбова]	3	48
Удоратина О. В. На высоких широтах [к 85-летию Л. В. Махлаева]	6	51
50 лет в геохимии [к 80-летнему юбилею Я. Э. Юдовича]	3	45

Некрологи

Памяти Эммы Ивановны Лосевой	5	56
------------------------------	---	----

ЖИЗНЬ ИНСТИТУТА**Музей**

Астахова И. С., Юхтанов П. П., Жданова Л. Р. День российской науки [в геологическом музее]	2	45
Астахова И. С., Жданова Л. Р. «Занимательная геология»: новые подходы в музейной коммуникации у школьников в Геологическом музее им. А. А. Чернова	11	48–50
Астахова И. С., Юхтанов П. П., Жданова Л. Р. «Ноев ковчег»: легенды и факты [к 10-летию персональной экспозиции А. П. Боровинских]	3	46–47
Визит посла Бахрейна	4	43
Хранитель каменного богатства музея [к 30-летию работы в институте Лилии Раиковны Ждановой]	12	50

Разное

Безносова Т. М., Ракин В. И. Есть такая профессия — диссертацию защищать	1	38–40
Котова О. Б., Игнатьев Г. В. Сыктывкарское отделение Российского минералогического общества: Минералогический семинар—2016	1	37
Каблис Г. Лыжная академия	2	48
Перетягин А. Пешком по воде	7	43–45
Перовский И. А. Будущее за технологиями	12	45–46
Перовский И. А. Международное сотрудничество вузовских и академических наук	12	46
Рябинкина Н. Н. Геологический семинар	1	40
Соболева А. А., Удоратина О. В. Новые результаты сотрудничества ученых Стэнфордского университета и Института геологии	4	44–45
Шумилова Т. Г., Майорова Т. П. Новый выпуск специалистов-бакалавров и магистров геологии	12	42–44
Юхтанов П. П. Дни Арктики [публичная лекция В. И. Силаева]	2	46



ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Защита диссертаций

Так держать! [Защита диссертации к. г.-м. н. А. Н. Вихоть] 5 56

Праздники

Поздравление с Днем защитника Отечества 2 48

Поздравление женщин с праздником 8 Марта 3 47

Поздравление с Днем геолога 3 48

ЖИВОПИСЬ, ГРАФИКА, ФОТОГРАФИИ

Ковальчук Н. С. Юность Земли глазами художника
[о художнике О. П. Велегжанинове] 2 46–47

ПРЕЗЕНТАЦИЯ НОВЫХ ИЗДАНИЙ

Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы
и ее складчатого обрамления: Материалы всероссийской научной
конференции с международным участием 8 46

Материалы «Комплексной пещерской экспедиции» 8 46

Силаев В. И., Паршукова М. Н., Слепченко С. М., Смолева И. В., Киселева Д. В.,
Шанина С. Н., Тропников Е. А., Хазов А. Ф. Усть-Полуйское городище-святилище:
опыт минералого-геохимических исследований человеческих костных останков 8 47

ОБЪЯВЛЕНИЯ

Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы
и ее складчатого обрамления (конференция) 4 48

Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского
сегмента (26-я научная конференция) 9 44

МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ОБЛОЖКИ *Вестника*

Плоскова С. И. Малахит, Приполярный Урал 1 Обл.
Велегжанинов О. П. Сила природы 2 Обл.
Журавлев А. В. Конодонт — *Siphonodella quadruplicata* (Branson et Mehl),
нижний карбон, верхнетурнейский подъярус, бас. р. Кожим 3 Обл.
Марченко-Вагапова Т. И. Пыльца *Abies sibirica* Ledeb. (пихта сибирская)
обн. Ньюла-6, бассейн р. Сысолы 4 Обл.
Астахова И. С. Титанит. Приполярный Урал 5 Обл.
Сандула А. Н. Река Шугор, Верхние ворота, водопад Велдор-Кырта Ёль 6 Обл.
Бендель П. Александр Александрович Чернов 7 Обл.
Перетягин А. Ю. Порог Манюку на р. Кожим, Национальный парк «Югыд ва» 8 Обл.
Перетягин А. Ю. Останец «Каменная баба» на реке Кожим,
Национальный парк «Югыд ва» 9 Обл.
Сокерин М. Ю. Шунгитоподобный углерод в кальците. Проявление
Кожим, Республика Коми 10 Обл.
Перетягин А. Ю. Обледенелый тур. По дороге к высочайшей вершине
Урала — горе Народной 11 Обл.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абдрахманов Р. Ф.	1	3	Бендель П.	7	Обл.	Головатая О. С.	2	29
Авченко О. В.	3	14	Богдасаров М. А.	7	3	Голубев Е. А.	5	43
Андреев А. А.	3	3		9	42	Голубева И. И.	5	3
Андреичева Л. Н.	1	16	Брокманс М. А.	6	3	Горбатова Е. А.	4	24
	4	46	Буравлева С. Ю.	3	14	Горбачев Ф. Ф.	10	31
Антонец И. В.	5	43	Буравская М. Н.	1	16	Гракова О. В.	6	13
Антошкина А. И.	9	12	Бурдельная Н. С.	7	12	Грановская Н. В.	11	15
Анчугова Е. М.	6	40		9	3	Груздев Д. А.	4	16
Астахова И. С.	2	45	Бушнев Д. А.	7	12	Даныщикова И. И.	2	29
	3	46		9	3	Двуреченская С. С.	3	3
	5	Обл.	Валяева О. В.	11	54	Денисова Ю. В.	4	12
	5	54	Варламов Д. А.	12	16		12	3
	7	46	Велегжанинов О. П.	2	Обл.	Деревесникова А. А.	7	12
	11	48	Викентьев И. В.	3	3	Дубинина Е. В.	8	17
Асхабов А. М.	2	3	Вихоть А. Н.	6	20	Езимова Ю. Е.	9	23
	11	55	Вымазалова А.	3	39	Жарков А. В.	10	26
Баклай А. А.	4	29	Высоцкий С. И.	7	21	Жданова Л. Р.	2	45
Безносков П. А.	10	42	Гаврилов С. В.	8	12		7	46
Безносова Т. М.	1	38	Глухов Ю. В.	11	22		11	48



Журавлев А. В.	1	22	Мяндин А. С.	3	35	Тарбаев М. Б.	8	3
	2	41	Немов А. Б.	5	14		9	34
	3	Обл.	Никандров А. С.	4	3	Тельнова О. П.	2	20
	3	39	Никандров С. Н.	4	3	Тентюков М. П.	0	27
	4	37	Никулова Н. Ю.	3	28	Тимонина Н. Н.	9	34
	10	20		10	26	Трапезников Д. Е.	3	20
Иванов К. С.	10	3	Ноли Ф.	5	53	Тришина О. М.	10	31
Иванова Р. М.	7	28	Ожогина Е. Г.	4	24	Тропников Е. А.	8	47
Игнатъев Г. В.	1	37	Панфилов А. В.	10	42	Удоратин В. В.	9	23
Ильченко В. Л.	9	30	Паршукова М. Н.	8	47		10	42
Исаенко С. И.	3	39	Пахомова В. А.	3	14		12	25
	11	22	Пеловский Й.	5	49	Удоратина О. В.	4	44
Каблис Г. Н.	2	48		6	40		6	51
Калинин Е. П.	1	41	Перетягин А. Ю.	7	43		11	22
Киселева Д. В.	8	47		8	Обл.	Уляшев В. В.	5	3
Ковалев С. Г.	7	21		9	Обл.	Уляшева Н. С.	5	20
Ковалев С. С.	7	21		11	Обл.	Файзиева К. А.	7	38
Ковалевский М. В.	10	31	Перовский И. А.	12	45	Филиппов В. Н.	5	3
Ковальчук Н. С.	2	46		12	46		8	3
Козырева И. В.	2	3	Петровский В. А.	6	3		10	26
Кокин А. В.	8	23	Плоскова С. И.	1	Обл.		11	22
Конанова Н. В.	12	25	Плотицын А. Н.	10	42	Хазов А. Ф.	6	3
Коньк О. А.	12	39	Поваренных М. Ю.	5	31		8	47
Костров Н. П.	10	3	Понарядов А. В.	1	29	Харжа М.	5	53
Котик Н. С.	10	42	Пономарева Т. А.	1	8	Харитонов А. Л.	8	12
Котляров В. А.	7	21		11	9	Хария М.	6	40
Котова Е. Л.	12	31	Пономаренко Е. С.	7	28	Харченко С. А.	4	24
Котова О. Б.	1	37		9	12	Чайковский И. И.	3	20
	4	29	Попвасев К. С.	10	9	Чередниченко С. В.	8	17
	5	53	Попов В. Г.	1	3	Чиркова Е. П.	3	20
	6	40	Попов Ю. В.	8	23	Шадрин А. Н.	7	12
	6	43	Потапов И. Л.	10	9	Шайбеков Р. И.	3	39
	11	43	Пыстин А. М.	9	40	Шанина С. Н.	8	47
Красоткина А. О.	11	28		11	9	Шкодинский В. С.	2	12
Кретеску И.	5	53		12	3	Шуйский А. С.	10	42
	6	40	Пыстина Ю. И.	12	3	Шумилов И. Х.	2	20
Кряжева И. В.	10	42	Ракин В. И.	1	38		6	32
Кузнецов С. К.	8	3	Романов А. А.	1	22	Шумилова Т. Г.	10	42
Кузьмин Д. В.	9	3	Романов К.	1	44		12	42
Куликова К. В.	4	45	Рябинкин С. В.	9	3	Шушков Д. А.	3	48
	8	36	Рябинкина Н. Н.	1	40		4	29
Кушманова Е. В.	11	9	Салдин В. А.	1	44		5	53
Леонтьева Т. Г.	4	29	Сандула А. Н.	6	Обл.	Щемелина Т. Н.	6	40
Лысова В. Ф.	0	27	Селятникский А. Ю.	8	36	Юхтанов П. П.	2	45
Лысюк Г. Н.	4	47	Силаев В. И.	6	3		2	46
Лютюев В. А.	6	20		8	23		7	46
Лютюев В. П.	2	29		8	47	Якушина О. А.	10	51
Магомедова А. Ш.	9	23		9	12	Янсон С. Ю.	4	24
	12	25	Скублов С. Г.	11	28		5	31
Майдль Т. В.	2	29	Скуфьин П. К.	11	3	Ответственные за выпуск Вестника—2017		
Майорова Т. П.	8	3	Слепченко С. М.	8	47			
	11	45	Слюсарь А. В.	8	23	Машина Е. В.	№ 1	
	12	42	Смолева И. В.	8	47	Ковальчук Н. В.	№ 2	
Макеев А. Б.	11	28	Соболев Д. Б.	10	42	Матвеев В. А.	№ 3	
Макеев Б. А.	10	26	Соболев И. Д.	12	16	Буравская М. Н.	№ 4	
Мансуров Р. Х.	3	3	Соболева А. А.	4	44	Валяева О. В.	№ 5	
Маркова Г.	12	48		12	16	Матвеева Н. А.	№ 6	
Марченко-			Сокерин М. Ю.	1	44	Шушков Д. А.	№ 7	
Вагапова Т. И.	4	Обл.		10	Обл.	Канева Т. А.	№ 8	
Матвеев В. А.	10	42		10	42	Макеев Б. А.	№ 9	
Матвиенко Е. Н.	5	31	Сокерина Н. В.	8	3	Инкина Н. С.	№ 10	
Минибаев А. М.	12	31	Соляник В. А.	11	51	Гракова О. В.	№ 11	
Мокеев М. В.	9	3	Сухарев А. Е.	6	3	Астахова И. С.		
Москальчук Л. Н.	4	29	Тарасов К. В.	3	35	Перовский И. А.	№ 12	

Ответственные за выпуск:
И. С. Астахова
И. А. Перовский

Редакторы издательства:
О. В. Габова,
К. В. Ордин (английский)

Компьютерная верстка:
Р. А. Шуктомов

Свид. о рег. средства массовой информации
ПИ № ФС77-56817 от 29.01.2014

Подписано в печать 26.01.2018

Тираж 180

Заказ 1059

Адрес редакции и издательства:
167982, Сыктывкар, Первомайская, 54

Тел.: (8212) 24-51-60

Эл. почта: vestnik@geo.komisc.ru

На обложке использованы фото И. Астаховой, Ю. Глухова, И. Голубевой, Р. Шуктомова