

Вестник

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



Содержание

Научные статьи

Минералы ультрамафитов Карабашского массива (Южный Урал)	
<i>Н. М. Мурдасова, П. М. Вализер</i>	3
Особенности внутреннего строения россыпного золота Анабарского района (северо-восток Сибирской платформы)	
<i>Б. Б. Герасимов</i>	9
Озерная седиментация в Тимано-Печоро-Вычегодском регионе в среднем неоплейстоцене	
<i>Л. Н. Андреичева, Т. И. Марченко-Вагапова</i>	14

Возраст монацитов жильной серии четласского комплекса (Средний Тиман): Th-U-Pb-данные	
<i>О. В. Удоратина, А. А. Вирюс, И. В. Козырева, И. В. Швецова, В. А. Капитанова</i>	23

4-метилалканы в нефти Сюрхаратинского месторождения [краткое сообщение]	
<i>Д. А. Бушнев, Т. А. Зубова, Н. С. Бурдельная</i>	30

Февральские чтения – 2015 (Геологический семинар)	33
Хроника	33

Хроника, события, факты

В зеркале прессы	37
Юрий Андреевич Ткачев	39

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

Редакционный совет:

А. И. Антошина, Сыктывкар, Россия
М. А. Т. М. Брокман, Тронхейм, Норвегия
И. Н. Бурцев, Сыктывкар, Россия
Д. А. Бушнев, Сыктывкар, Россия
М. А. Федонкин, Москва, Россия
Н. Н. Герасимов, Сыктывкар, Россия
А. Д. Гвишиани, Москва, Россия
Г. Н. Каблис, Сыктывкар, Россия
Р. И. Конеев, Ташкент, Узбекистан

И. В. Козырева, Сыктывкар, Россия
В. А. Коротеев, Екатеринбург, Россия
С. К. Кузнецов, Сыктывкар, Россия
Т. П. Майорова, Сыктывкар, Россия
П. Мянник, Таллин, Эстония
Ж. К. Мелгарехо, Барселона, Испания
Д. В. Паранин, Ухта, Россия
А. М. Пыстин, Сыктывкар, Россия
О. В. Удоратина, Сыктывкар, Россия



Vestnik

March, No. 3 (243), 2015



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

Minerals from ultramophites of Karabash massif (South Urals) <i>N. M. Murdasova, P. M. Valizer</i>	3	Th-U-Pb-age of monazite vein series of Chetlassky complex (Novobobrovskoe ore field, Middle Timan) <i>O. V. Udaratina, A. Viryus, I. V. Kozyreva, I. V. Shvetsova, V. A. Kapitanova</i>	23
Features of inner structure of placer gold of Anabar region (north-eastern Siberian platform) <i>B. B. Gerasimov</i>	9	4-methylalkanes in oil of Syurharatinskoe oilfield [short report] <i>D. A. Bushnev, T. A. Zubova, N. S. Burdelnaya</i>	30
Lacustrine sedimentation during the middle neopleistocene in the Timan-Pechora-Vychegda region <i>L. N. Andreicheva, T. I. Marchenko-Vagapova</i>	14		

Chronicle, events, facts

February Readings – 2015 (Geological seminar)	33	Media Mirror	37
Chronicle	33	Yury Andreevich Tkachev	39

**Chief Editor A. M. Askhabov, Deputy Chief Editor O. B. Kotova,
Executive Director T. M. Beznosova, Managing Editor T. A. Nekuchaeva**

Editorial Board:

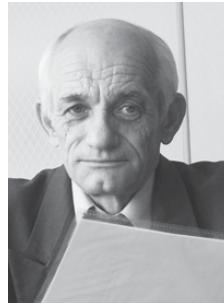
Anna I. Antoshkina, Syktyvkar, Russia
Maarten A.T.M. Broekmans, Trondheim, Norway
Igor N. Burtsev, Syktyvkar, Russia
Dmitry A. Bushnev, Syktyvkar, Russia
Mikhail A. Fedonkin, Moscow, Russia
Nikolay N. Gerasimov, Syktyvkar, Russia
Alexey D. Gvishiani, Moscow, Russia
Grigory N. Kablis, Syktyvkar, Russia
Rustam I. Koneev, Tashkent, Uzbekistan

Irina V. Kozyreva, Syktyvkar, Russia
Viktor A. Koroteev, Ekaterinburg, Russia
Sergey K. Kuznetsov, Syktyvkar, Russia
Tatyana P. Mayorova, Syktyvkar, Russia
Peep Männik, Tallinn, Estonia
Joan Carles Melgarejo, Barcelona, Spain
Dmitry V. Paranin, Ukhta, Russia
Alexander M. Pystin, Syktyvkar, Russia
Oksana V. Udaratina, Syktyvkar, Russia



УДК 552.16:552.48 + 549.6

МИНЕРАЛЫ УЛЬТРАМАФИТОВ КАРАБАШСКОГО МАССИВА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)



Н. М. Мурдасова, П. М. Вализер

Ильменский государственный заповедник, Миасс, Россия
winned_by_dream@inbox.ru, valizer@ilmeny.ac.ru

Восстановление термодинамических параметров условий формирования гипербазитов имеет большое значение в познании геодинамической истории Урала в целом. Впервые исследован состав редких минералов ультрамафитовых пород Карабашского массива и определена многоэтапность их формирования. В ультрамафитах Карабашского массива определены: гранат широкого спектра состава — альмандин-пироп, пироп-альмандин, спессартин-альмандин и андродиит-гроссуляр; алюмобронзит с предельно высоким содержанием алюминия ($\text{Al}^{IV} = 0.25\text{--}0.41$ к. ф. и $\text{Al}^{VI} = 0.41\text{--}0.44$ к. ф.); амфиболы — чермакит, роговая обманка и tremolite; флогопит, кианит + мусковит. Альмандин-пироп ($\text{Prp}_{43}\text{Grs}_{28}$) и алюмобронзит ($\text{Si}^{4+} = 1.59\text{--}1.75$ к. ф.) отражают высокотемпературные ($1050\text{--}1350^\circ\text{C}$) и высокобарические ($P \geq 27\text{--}30$ кбар) условия метаморфизма протолита ультрамафитов. Чермакит, роговая обманка и флогопит свидетельствуют о понижении температуры и давления при дальнейших преобразованиях ультрамафитов ($T = 600\text{--}700^\circ\text{C}$; $P = 10\text{--}11$ кбар), обусловленных их подъемом в верхние горизонты и воздействием $\text{Al}, \text{K}, \text{Ca}, \text{H}_2\text{O}$ -флюида. Ассоциация кианит + мусковит и андродиит-гроссуляровый гранат отражает поздние метасоматические процессы.

Ключевые слова: Карабашский массив, ультрамафит, альмандин-пироп, алюмобронзит, кианит-мусковит.

MINERALS FROM ULTRAMOPHITES OF KARABASH MASSIF (SOUTH URALS)

N. M. Murdasova, P. M. Valizer

Ilmeny State Reserve UB RAS, Miass

In this paper we present the estimation of PT-metamorphic conditions of ultramafic rocks from Karabash massif because it is very important in understanding the ultramafic rocks formation and geodynamic history of the Urals. For the first time we have studied compositions of accessory minerals for Karabash massif ultramafic rocks and defined the multiple emplacement mechanism of the formation. We took samples from serpentinous harzburgites and dunites weighing more than 150 kg each and studied the minerals. From the fractions the accessory minerals were selected and analyzed by scanning electron microscope REMMA-202M in the mode of secondary electrons operated at 20 kV. We found garnets (Alm-Prp, Prp-Alm Spess-Alm and Adr-Grs of compositions); alumobronzite with the highest concentration of aluminum ($\text{Al}^{IV} = 0.25\text{--}0.41$ f. c. и $\text{Al}^{VI} = 0.41\text{--}0.44$ f. c.); amphiboles (tschermakite, hornblende and tremolite) and also phlogopite, kyanite and muscovite. Alm-Prp ($\text{Prp}_{43}\text{Grs}_{28}$) and alumobronzite ($\text{Si}^{4+} = 1.59\text{--}1.75$ f. c.) testify to the high-temperature ($t = 1050\text{--}1350^\circ\text{C}$) and high-pressure ($P \geq 27\text{--}30$ kbar) metamorphic conditions of ultramafic protoliths. The composition of tschermakite, hornblende and phlogopite testify to the transformation of the ultramafic rocks in the conditions of low temperature and middle pressure ($T=600\text{--}700^\circ\text{C}$ и $P = 10\text{--}11$ kbar) due to their raising and influence of $\text{Al}, \text{K}, \text{Ca}, \text{H}_2\text{O}$ -fluids. Kyanite+muscovite and Adr-Grs minerals association reflects the late metamorphism.

Keywords: Karabash massif, ultramafic, Alm-Prp, alumobronzite, kyanite-muscovite.

Ультрамафитовые комплексы имеют ключевое значение в познании геодинамической истории Урала. Одним из основных вопросов в истории их образования и эволюции является вос-

становление термодинамических и возрастных параметров формирования их нижней гипербазитовой части. Присутствие альмандин-пиропового и гроссулярового граната и ортопироксе-

на с высоким количеством алюминия в ультрамафитах рассматривается как индикатор глубинных условий их формирования. Гранаты содержащие ультрамафиты трактуются как глубинные

включения — мантийные «ксенолиты». Карабашский массив рассматривается как месторождение альпинотипных гипербазитов, известен наличием в нем золоторудных проявлений и родингитов. Массив расположен на Южном Урале, примерно в 50 км севернее г. Миасса. Сложен серпентинизированными гарцбургитами и дунитами, в которых выделяются два этапа серпентинизации — лизардитовая и антигоритовая (рис. 1). Подробная информация по геологии массива, золоторудным проявлениям и родингитам изложена в многочисленных работах [13, 14, 15, 18 и др.].

Методика исследований

Выполнено минерало-петрографическое исследование серпентинизированных гарцбургитов и дунитов. Микрозондовый анализ состава минералов произведен на растровом микроскопе РЭММА-202М с микронализатором в лаборатории КМИМ Института минералогии (аналитик В. А. Котляров). Ускоряющее напряжение — 20 кВт, ток на образце — $H \cdot 10^{-10} A$. Стандарты: AstJME scientific Limited MJNM 25—53 Mineral Mount serial № 01—044.

Состав минералов

Серпентинизированные ультрамафиты — дунит и гарцбургит — сложены антигоритом (85 %), оливином (5–10 %), пироксенами (2–5 %), хлоритом (2–4 %) и карбонатом (2 %). Редкие минералы представлены гранатом, амфиболом, флогопитом, рутилом и титанитом, плагиоклазом и калиевым полевым шпатом, кианитом и мусковитом, магнетитом, хромшпинелидами, апатитом, пиритом (см. таблицу). Оливин представлен зернами изометричной формы. В гарцбургите окружен зернами диопсида. Зерна диопсида имеют хлоритовую кайму. По составу он отвечает высокомагнезиальной (# Mg = 0.93–0.95) разновидности, содержит до 0.1 мас. % Ni (таблица, № 1). Клинопироксен представлен диопсидом. Диопсид по составу соответствует низкожелезистой разновидности (# Mg = 0.97–0.98) с низким содержанием Al (до 0.12 к. ф.), Cr (до 0.07 к. ф.) и Na (до 0.03 к. ф.) (таблица, № 2, 3) и по содержанию вышеупомянутых элементов сопоставим с клинопироксенами высокобарических ультрамафитов Главного Уральского разлома. Ортопироксен отвечает железистому (# Mg = 0.68) алюмобронзиту (таблица № 1).

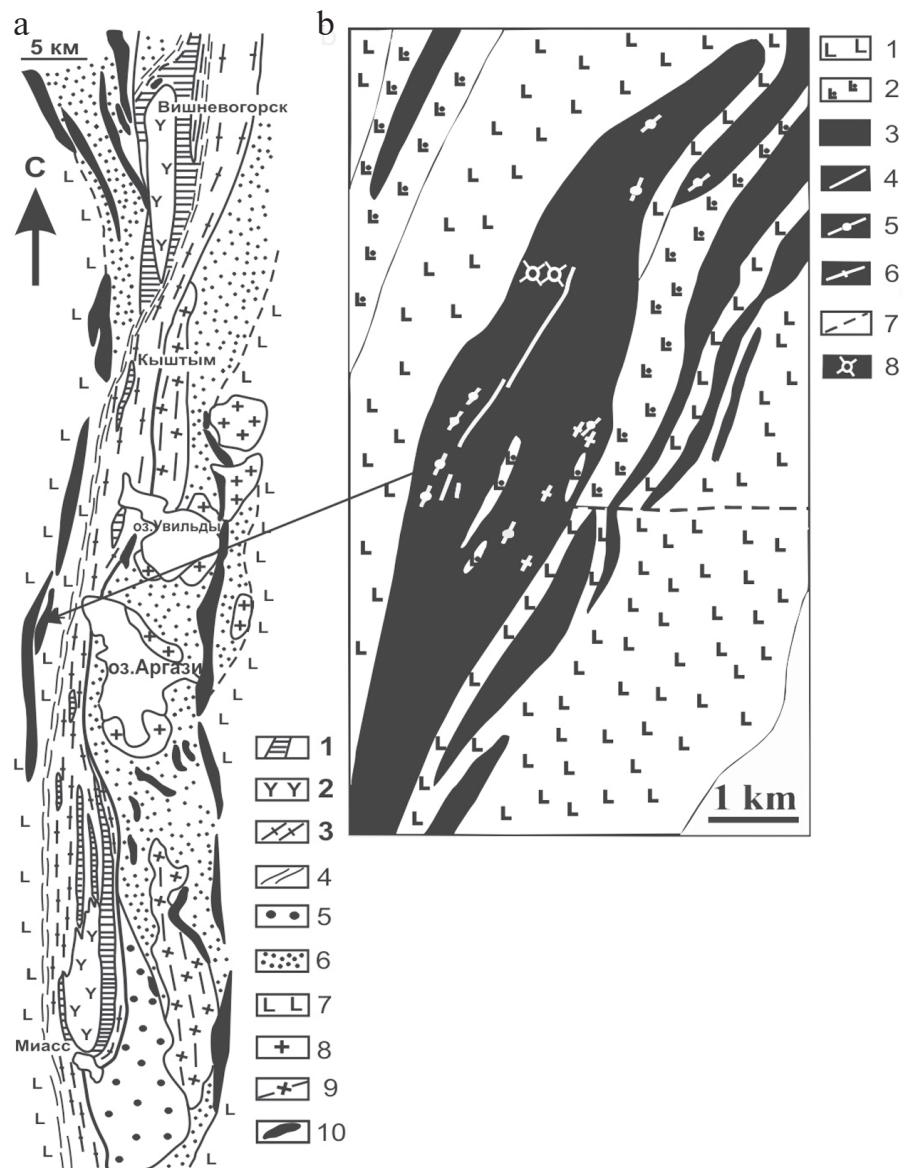


Рис. 1. Схемы геологического строения:

- а) вишнево-ильменогорского полиметаморфического комплекса (по данным А. И. Руслана, 2006): 1 — селянкинский комплекс — амфиболит-gneissово-плагиомигматитовый ($Ar-Pt_1$); 2 — массивы миаскитов (O_2); 3 — бластомилониты гранитоидного и сиенитового состава (P_2-T_1 ?); 4 — мильтониты Кыштымского сдвига-надвига; 5 — «еланчиковская серия пластиносланцев и мигматитов инъекционного типа»; 6 — сайтовская метатерригенная серия; 7 — зеленосланцевые осадочно-вулканогенные комплексы Западно-Магнитогорской и Арамильско-Сухтелинской зон; 8 — увильдинский монцогранит-гранитный комплекс (Pz_3); 9 — гнейсовые граниты кисегачского комплекса; 10 — метагипербазиты [11];
 б) Карабашского массива: 1 — кремнистые и кварц-серизитовые сланцы, метавулканиты, O_2 ; 2 — андезиты, базальты, сланцы кварц-серизитовые D_2 ; 3 — серпентинизированные ультрамафиты; 4 — родингитовые жилы; 5 — карбонат-хлоритовые жилы; 6 — рибекитовые породы; 7 — разломы; 8 — точки опробования

Fig. 1 Geological structure maps:

- a) vishnevo-ilmenogorsky polymetamorphic complex (according to A. I. Rusin, 2006): 1 — selyankinsky complex — amphibolite-gneiss-plagiomigmatite rocks ($Ar-Pt_1$); 2 — miaskite massifs (O_2); 3 — blastomylonites of granitic and syenitic composition (P_2-T_1 ?); 4 — mylonites of Kyshtym shear-thrust; 5 — elanchikovskaya sequence of plagioclases and injection migmatites; 6 — saitovskaya metaterrigenous sequence; 7 — greenschist volcanic sedimentary complexes of West Magnitogorsk and Aramil-Sukhteli zones; 8 — uvildinsky monzogranitic complex (Pz_3); 9 — gneissic granites of Kisegach complex; 10 — metalultramafic rocks [11];
 b) Karabaschsky massif: 1 — siliceous and quartz-serizite schists, metavolcanites, O_2 ; 2 — andesites, basalts and quartz-serizite schists D_2 ; 3 — serpentinized ultramafic rocks; 4 — rodingite veins; 5 — carbonate-chlorite veins; 6 — riebeckite rocks; 7 — faults; 8 — sample location



ца, № 4, 5) с предельно высоким содержанием Al ($\text{Al}^{\text{IV}} = 0.25\text{--}0.41$ к. ф.) и $\text{Al}^{\text{VI}} = 0.41\text{--}0.44$ к. ф.), Na (0.10–0.13 к. ф.) и Ca (0.03 к. ф.). Алюмобронзит с содержанием Al до 12 мас. % определен в пироп-бронзит-силлиманитовых кристаллических сланцах Восточного Становика [4]. Содержание Al в ортопироксенах пироповых вебстеритов Миндякского массива (Al_2O_3 1.4–5.9 мас. %), ультраосновных включений эклогитов в кимберлитах не превышает 6.0 мас. % (рис. 2, а). Серпентин (антигорит и лизардит) замещает оливин и пироксен, высокомагнезиален (# Mg = 0.96–0.99) при вариации содержаний Si = 3.7–4.1 к. ф., Al = 0.1–0.6 к. ф. и Cr 0.1–0.2 к. ф. (таблица, № 6). Гранат из серпентинизированного дунита и гарцбургита (анализировано 34 зерна) характеризуется сложным составом (рис. 2, б, таблица, № 7–14). Альман-

дин-пироп (1 зерно) отмечен высоким содержанием гроссулярового и низким — спессартинового компонентов ($\text{Prp}_{43}\text{Alm}_{28}\text{Sps}_1\text{Grs}_{28}$). Пироп-альмандин ($\text{Prp}_{17\text{--}30}\text{Alm}_{54\text{--}64}\text{Sps}_{2\text{--}14}\text{Grs}_{9\text{--}15}$) и альмандин ($\text{Prp}_{6\text{--}18}\text{Alm}_{56\text{--}86}\text{Sps}_{1\text{--}14}\text{Grs}_{2\text{--}24}$) представляют большую часть исследованных гранатов (24 зерна); для пироп-альмандинса характерно замещение Mg на Mn, а для альмандинса — Mg + Fe на Mn и Ca + Mn на Fe. Спессартин-альмандин (4 зерна) имеет низкое содержание кальциевого и пиропового компонентов ($\text{Prp}_{7\text{--}10}\times\text{xAlm}_{42\text{--}59}\text{Sps}_{25\text{--}44}\text{Grs}_{3\text{--}15}$). Андродит-гроссуляр (2 зерна) содержит кальциевый компонент до 85 мас. %. Альмандин-пироповый гранат расположен на диаграмме Ca-comp — Alm + Sps — Prp в поле гранатов высокобарических пород (клинопироксенитов) массива Миндяк и гранатамфибол-пироксеновых пород из

центральной части массива Узянский Крака. Пироп-альмандин малокальциевый (до 9 мол. %) сопоставим с гранатом из серпентинизированных гарцбургитов Алапаевского и Намазнинского массивов, от которых отличается более высоким содержанием спессартинового компонента (2–10 мол. %). Особое место занимают альмандины и спессартин-альмандины с содержанием спессартинового компонента 22–44 мол. % при колебании кальциевого компонента 3–25 мол. %. Такие гранаты, которые Н. В. Соболев [15] относит к гранатам, богатым Mn, редким породам, сопоставимы с гранатами редкометалльных пегматитов. Однако в работе [16] отмечается присутствие в алмазах включений гранатов с повышенной примесью MnO (более 0.5 мас. %) в незначительных количествах (2–5 %) различных месторождений, а в месторождениях Якутии для

Представительные анализы минералов из ультраосновных пород Карабашского массива

Analysis of minerals from Karabash massif

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Оксиды	Ol	Di	Di	En	En	Srp	Grt						
SiO_2	41.5	51.0	53.7	44.1	48.1	42.8	38.9	37.9	37.0	38.9	40.8	37.7	37.3
TiO_2	0.00	0.07	0.00	0.29	0.23	0.00	0.00	0.06	0.01	0.18	0.00	0.03	0.00
Al_2O_3	0.00	3.03	1.88	20.0	15.3	1.28	22.1	21.3	20.2	18.5	23.0	21.5	21.3
Cr_2O_3	0.00	0.40	0.24	0.00	—	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	6.92	1.15	0.96	14.4	15.0	1.31	25.8	24.6	19.5	6.1	13.5	25.1	20.0
MnO	0.63	0.05	0.00	0.25	0.36	0.00	0.77	6.28	19.3	0.65	0.28	4.34	14.5
MgO	51.4	23.9	20.9	17.6	18.1	40.3	7.85	4.31	2.58	0.65	11.5	2.83	17.8
CaO	0.00	19.4	22.2	0.68	0.86	0.00	4.49	5.46	1.17	35.0	10.5	8.27	4.99
Na_2O	0.00	0.48	0.00	1.89	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V_2O_5	0.00	0.00	0.00			0.00				0.00	0.00	0.00	0.00
Σ	99.45	99.48	99.88	99.21	99.30	85.76	99.91	99.91	99.76	99.98	99.58	99.77	99.87

№	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Оксиды	Grt	Rt	Ts	Hbl	Phl	Tr	Ttn	An	Pl	Pl	Kfs	Ky	Ms
SiO_2	36.6	0.54	45.9	51.4	40.3	57.5	28.6	44.0	61.4	64.4	64.7	36.2	46.4
TiO_2	0.00	97.0	2.90	1.35	4.73	0.01	41.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
Al_2O_3	20.1	0.18	13.8	9.67	17.4	1.26	1.13	35.8	23.9	21.9	18.5	61.0	36.6
Cr_2O_3	0.00	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	38.8	0.02	6.15	6.01	5.98	2.50	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0
MnO	1.25	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	2.23	0.00	16.6	17.4	20.8	23.9	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96
CaO	0.58	0.00	11.4	10.0	0.00	12.1	28.0	19.8	6.38	3.88	0.00	0.00	0.00
Na_2O	0.00	0.00	1.65	2.25	1.14	0.63	0.00	0.16	7.84	9.52	0.21	0.00	1.41
K_2O	0.00	0.00	0.15	0.24	6.45	0.11	0.00	0.00	0.42	0.00	16.0	0.00	8.98
V_2O_5	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ	99.56	99.54	98.55	98.32	96.80	98.01	99.99	99.76	99.94	99.70	99.41	99.20	95.94

Индексы минералов: Ab — альбит, An — анортит, Di — диопсид, En — энстатит, Grt — гранат, Hbl — роговая обманка, Kfs — полевой шпат, Ky — кианит, Ms — мусковит, Ol — оливин, Phl — флогопит, Pl — плагиоклаз, Rt — рутил, Srp — серпентин, Ts — чермакит, Ttn — титанит, Tr — tremolite.

Mineral abbreviations: Ab — albite, An — anorthite, Di — diopside, En — enstatite, Grt — garnet, Hbl — hornblende, Kfs — K-feldspar, Ky — kyanite, Ms — muscovite, Ol — olivine, Phl — phlogopite, Pl — plagioclase, Rt — rutile, Srp — serpentine, Ts — tschermakite, Ttn — titanite, Tr — tremolite.

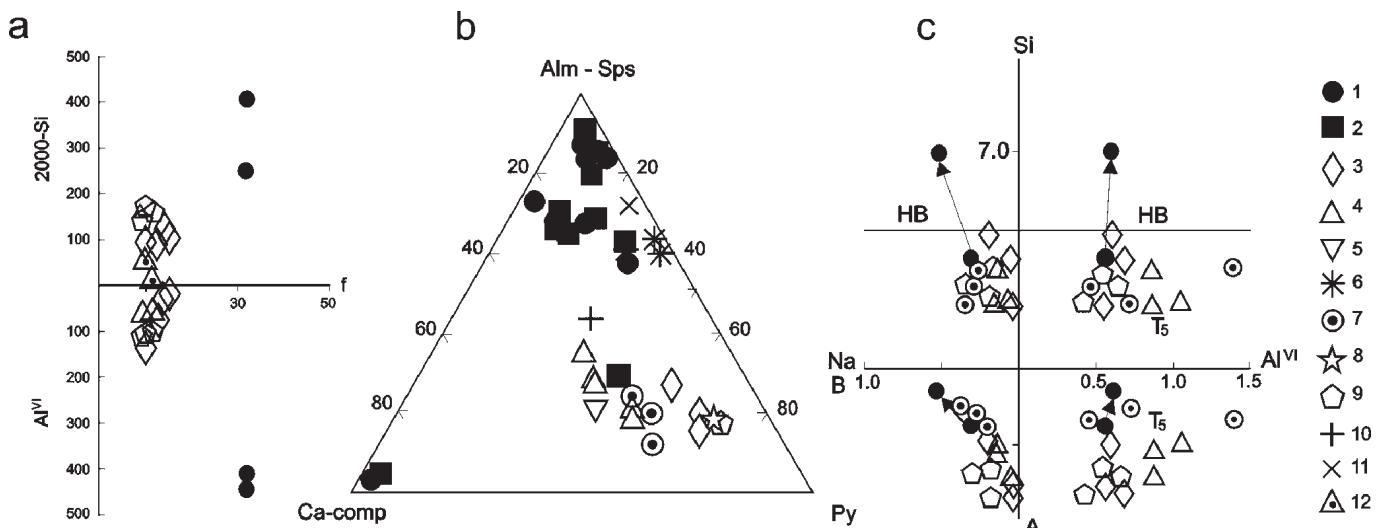


Рис. 2. Вариации состава ортопироксенов (а), гранатов (б), амфиболов (с): 1, 2 — ультрамафиты Карабашского массива: 1 — дунит, 2 — гарцбургит; 3, 4 — высокобарических пород Миндяк [8, 9]; 3 — пироповый вебстерит, 4 — гранатовый пироксенит; 5 — гранатовые клинопироксениты района д. Бурангулово [9]; 6 — гарцбургит Алапаевского и Намазнинского массивов [2]; 7 — гипербазит массива Крака [7]; 8 — ультраосновная порода [15]; 9 — гранатовый пироксенит и вебстерит массива Ронда [22]; 10, 11 — вулканических пород [6]; 10 — базальт Алтай-Саянской складчатой области; 11 — вулканиты Урала; 12 — лерцолит и гарцбургит Кемпирсайского массива [13]

Fig. 2. Composition varieties of orthopyroxenes (a), garnets (d), amphiboles (c): 1, 2 — ultramafic rocks of Karabash massif: 1 — dunite, 2 — harzburgite; 3, 4 — high pressure rocks of Mindyak massif [8, 9]; 3 — pyrope websterite; 4 — garnet pyroxenite; 5 — garnet clinopyroxenites from the area near the Burangulovo Village [9]; 6 — harzburgite from Alapayevsky and Namazninsky massifs [2]; 7 — ultramafic rock from Kraka massif [7]; 8 — ultramafic rocks [15]; 9 — garnet pyroxenite and websterite from Ronda massif [22]; volcanic rocks [6]; 10 — basalt from Altay-Sayan fold belt; 11 — volcanites from the Urals; 12 — lherzolite and harzburgite of Kempirsay massif [13]

гранатов из алмазов содержание MnO достигает 6.87 мас. %. Гранаты с повышенным содержанием Mn ($\text{Prp}_{10-17} \times \text{Alm}_{61-65} \text{Sps}_{8-12} \text{Grs}_{12-15}$) нередки в глаукофановых сланцах максютовского комплекса. Андрадит-гроссуляр — характерный минерал родингитов. Рутил характеризуется содержанием Cr = 0.4—1.2 мас. % и V = 0.5—0.9 мас. % (таблица, № 15). Зерна рутила содержат включения чермакита, роговой обманки и флогопита. Чермакит (таблица, № 16) отвечает магнезиальной разновидности (# Mg = 0.83), имеет повышенное содержание Ti = 0.30 к. ф. и Na = 0.44 к. ф. Магнезиальная роговая обманка (# Mg = 0.84) содержит меньшее количество Ti = 0.14 к. ф. и большее Na = 0.60 к. ф. Количество Al^{IV} в чермаките и роговой обманке одинаковое и варьирует в пределах 0.57—0.61 к. ф. (рис. 2, с, таблица, № 17). Флогопит относится к низко-железистой (# Mg = 0.86), высокотитанистой (0.25 к. ф.) разновидности (таблица, № 18). Тремолит представлен низкожелезистой разновидностью (# Mg = 0.94—0.95) и содержит Na = 0.14—0.16 к. ф. (таблица, № 19). Титанит включает небольшое количество Al = 1.1—1.4 мас. % (таблица, № 20). Плагиоклаз соответствует альбит-олигоклазу и аортиту (таблица, № 22, 23). Калиевый полевой шпат раз-

вит в ассоциации с альбитом, содержит до 1.5 мас. % Ba (таблица, № 24). Кианит и мусковит находятся в спастании. Мусковит характеризуется повышенным содержанием Na (до 0.18 к. ф.). Карбонаты представлены кальцитом, доломитом и магнезитом. В кальцитах содержание Mg доходит до 1.8 мас. %, в доломите и магнезите содержание Fe + Mn достигает 2 мас. %. Магнезит развит по оливину.

P-T-условия формирования Карабашского массива

В ультрамафитах Карабашского массива определен широкий спектр минералов, однако большинство из них представлены в очень малом количестве и имеют многочисленные вторичные изменения, что не позволяет выделить среди них равновесные минеральные ассоциации и последовательность их образования. Для ортопироксенов установлено, что содержание Al в их составе определяется температурой и давлением, а количество Ca находится в прямой зависимости от температуры [19]. Образование в дуните алюмобронзита с предельно высоким содержанием Al = 15—20 мас. % оценивается T = 1050—1350 °C при P = 30 кбар, а по содержанию Ca = 0.7—0.9 мас. % — T = 1000—1100 °C. По геотермобарометру [20],

исходя из содержания Ca в ортопироксene, определены T = 1104 °C при P = 30 кбар. Распределение железомагниевальных элементов в пиропальмандине ($\text{Prp}_{30} \text{Grs}_{12}$, # F = 65.5) и алюмобронзите (# F = 32.3) соответствует кривой распределения железистости граната и ортопироксена по Н. В. Соболеву [15], что позволяет предполагать их равновесность, однако расчет T при P = 30 кбар дает более низкое её значение (632 °C). Высококальциевый альмандин-пироп ($\text{Prp}_{43} \text{Ca-comp}_{28}$), согласно экспериментальным данным [1] и сравнению его с гранатами дистеновых эклогитов из кимберлитов и других ультравысокобарических пород, вероятно, образован при P ≥ 20—23 кбар. Чермакит и роговая обманка, согласно определению по амфиболитовому геотермобарометру [5] и по содержанию Ti в амфиболе, образованы при T = 925—930 °C, P = 10—11 кбар и T = 650—700 °C, P = 7.5—8 кбар соответственно. Флогопит, судя по высокому содержанию в нем Ti ≥ 4.5 мас. %, Si ≥ 2.8 к. ф. и экспериментальным данным в системе KMASH ($\text{Ph} + \text{Tlc} = \text{Ph} + \text{Ky} + \text{Q}$ и $\text{Ph} + \text{Kfs} + \text{Q}$) [21], мог формироваться при P ~ 10—25 кбар и T = 350—785 °C. Ассоциация кианит + мусковит по содержанию Si = 3.02 к. ф., показателям мусковит-гранатового гео-



термометра [23] ($Mg - \# Mg = 0.61$, $Na = 0.18$ к. ф. + $Gt - \# Mg = 0.19 - 0.24$, $P_{Gr_{17}Ca-comp_{15}}$) и по расчетным экспериментальным данным образована при $T = 600 - 667$ °С и $P = 7$ кбар.

Выводы

В ультрамафитах Карабашского массива выявлены минералы, свидетельствующие о полиметаморфических преобразованиях ультрамафитов, имеющих признаки глубинного мантийного происхождения. Альмандин-пироп ($Pr_{43}Grs_{28}$) и алюмобронзит ($Si^{4+} = 1.59 - 1.75$ к. ф.) отражают высокотемпературные ($T = 1050 - 1350$ °С) и высокобарические ($P \geq 27 - 30$ кбар) условия метаморфизма протолита ультрамафитов. Чермакит, роговая обманка и флогопит свидетельствуют о понижении температуры и давления ($T = 600 - 700$ °С и $P = 10 - 11$ кбар) при дальнейшем преобразовании ультрамафитов, обусловленном их подъемом в верхние горизонты при воздействии Al, K, Ca, H_2O -флюида. Кианит + мусковит и андрадит-гроссуляровый гранат являются минералами метасоматических процессов, характерных для сдвиговых зон [3, 11].

Литература

1. Грин Т. Х. Экспериментальное исследование ассоциаций субсолидуса, образующихся при высоких давлениях за счёт высокоглиноземистых базальтов, кианитовых эклогитов и гроспидитов // Происхождение главных серий изверженных пород по данным экспериментальных исследований. Л.: Недра, 1970. С. 21–52. **2.** Каминский Ф. В., Лаврова Л. В., Шепелева К. А. О гранатах в альпинотипных ультрабазитах Урала // ДАН. 1978. Т. 241. № 5. С. 1179–1181. **3.** Кисин А. Ю., Мурзин В. В. О тектонической позиции золотого оруденения горы Карабаш // Ежегодник-2012: Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 160. Екатеринбург, 2013. С. 44–48. **4.** Корсаков Л. П. Пироп-бронзит-силлimanитовые кристаллические сланцы Восточного Становика и условия их метаморфизма // ДАН СССР. 1973. Т. 210. № 1. С. 187–190. **5.** Мишкин М. А. Амфиболовый геотермобарометр для метабазитов // ДАН СССР. 1990. Т. 312. № 4. С. 944–946. **6.** Порошин Е. Е., Багдасаров Э. А. Аксессорные гранаты вулканических пород Урала и Алтая-Саянской складчатой области // ДАН. 1980. Т. 251. № 4. С. 956–959. **7.** Пучков В. Н., Иванов К. С. Гранатовые пироксениты массива Крака // Метаморфические комплек-

сы Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. С. 27–29. **8.** Пушкирев Е. В. Гуляева Т. Я. Высокобарические гранатовые гипербазиты Миндякского массива на Южном Урале // Ежегодник-1994. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1995. С. 82–86. **9.** Пушкирев Е. В., Рязанцев А. В., Третьяков А. А., Белова А. А., Готтман И. А. Гранатовые ультрамафиты и мафиты в зоне Главного Уральского разлома на Южном Урале: петрология, возраст и проблема образования // Литосфера. 2010. № 5. С. 101–183. **10.** Русин И. А. Гранатодержащие парагенезисы в гипербазитах массива Крака (Ю. Урал) // Ежегодник-2001. ИГГ УрО РАН. 2002. С. 134–138. **11.** Русин И. А., Краснова А. А., Вализер П. М. Геология Ильменских гор: ситуация, проблемы // Геология и минералогия Ильменогорского комплекса: ситуация и проблемы. Миасс: ИГЗ УрО РАН, 2006. С. 3–19. **12.** Савельева Г. Н., Перцев А. Н. Мантийные ультрамафиты в офиолитах Южного Урала, Кемпирсайский массив // Петрология, 1995. Т. 3. С. 115–132. **13.** Самыгин С. Г., Кузнецова Н. Б., Павленко Т. И., Дегтярев К. Е. Структура Кыштым-Миасского района Южного Урала и проблема сочленения магнитогорских и тагильских комплексов // Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии: Тр. ГИН РАН. Вып. 500. М.: Наука, 1988. С. 73–92. **14.** Серавкин И. Б., Знаменский С. Е., Косарев А. М. Главный Уральский разлом на Южном Урале: структура и основные этапы формирования // Геотектоника. 2003. № 3. С. 42–64. **15.** Соболев Н. В. Парагенетические типы гранатов // М.: Наука, 1964. 218 с. **16.** Соболев Н. В., Логвинова А. М., Ефимова Э. С. Включения эклогитовых гранатов, обогащенных марганцем, в алмазах: свидетельство рециклирования земной коры // ДАН. 2013. Т. 453. № 3. С. 326–328. **17.** Спиридовон Э. М., Плетнев П. А., Перельгина Е. В., Панопорт М. С. Геология и минералогия месторождения медистого золота Золотая гора (Карабашское), Средний Урал (о проблеме «золото-родингитовой» формации). М.: МГУ, 1997. 192 с. **18.** Третьяков А. А., Рязанцев А. В., Кузнецова Н. Б., Белова А. А. Структурное положение и геохронологическое датирование гранатовых ультрабазитов на Южном Урале // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. М.: ГЕОС, 2008. Т. 2. С. 343–349. **19.** Brey G. P., Kohler T., Nickel K. G. Geothermobarometry in four-phase lherzolites. I. Experimental results from 10 to 60 kb. J. Petrol. 1990. V. 31. P. 1313–1352. **20.** Brey G. P., Kohler T. Geothermobarometry in four-phase lherzolites. II. New thermobarometers and practical assessment of existing thermobarometers. J. Petrol. 1990. V. 31. P. 1353–1352. **21.** Massonne H. J. Experimental and Petrogenetic Study of UHPM // Ultrahigh Pressure Metamorphism, Cambridge University Press 1995. P. 33–95. **22.** Obata M. The Ronda peridotite: garnet-spinel and plagioclase – lherzolite facies and the P-T-trajectories of a High-temperature mantle intrusion // J. Petrol. 1980. V. 21. № 3. P. 533–572. **23.** Ravna E. J., Paquin J. Thermobarometric methodologies applicable to eclogites and garnet ultrabasites // EMU Notes in Mineralogy. 2003. V. 5 (8). P. 229–259.

References

1. Grin T. H. *Eksperimentalnoe issledovanie assotsiatsii subsolidusa, obrazuyuschihsya pri vysokih davleniyah za schet vysokoglinozemistykh bazalтов, kianitovyh eklogitov i gospiditov* (Experimental Study of Subsolidus Formed at High Pressure due to High-Alumina Basalts, Kyanites, Eclogites and Grospidites). Proishozhdenie glavnih serii izverzhennyh porod po dannym eksperimentalnyh issledovanii. Leningrad: Nedra, 1970, pp. 21–52.
2. Kaminskii F. V., Lavrova L. V., Shepeleva K. A. *Ogranatah v alpinotipnyh ultrabazitah Urala* (Garnets in Alpine-type Ultrabasites). DAN, 1978, V. 241, No 5, pp. 1179–1181.
3. Kisim A. Yu., Murzin V. V. *O tektonicheskoi pozitsii zolotogo orudneniya gory Karabash* (Tectonic Position of Gold Mineralization of the Karabash Mountain). Ezhegodnik-2012, Trudy IGG UrO RAN, Vypusk 160, Ekaterinburg, 2013, pp 44–48.
4. Korsakov L. P. *Pirob-bronzit-sillimanitovye kristallicheskie slantsy Vostochnogo Stanovika i usloviya ih metamorfizma* (Pyrope-Bronzite-Sillimanite Crystalline Shales of Eastern Stanovik and their Metamorphic Conditions). DAN SSSR, 1973, V. 210, No 1, pp. 187–190.
5. Mishkin M. A. *Amfibolovyj geotermobarometr dlya metabazitov* (Amphibole Geothermobarometer for Metabasites). DAN SSSR, 1990, V. 312, No 4, pp. 944–946.
6. Poroshin E. E., Bagdasarov E. A. *Aktsessornye granaty vulkanicheskikh porod Urala i Altai-Sayanskoi skladchatoi oblasti* (Accessory Garnets of Volcanic Rocks of the Urals and Altay-Sayany Folded Area). DAN, 1980, V. 251, No 4, pp. 956–959.
7. Puchkov V. N., Ivanov K. S. *Granatovye*



piroksenit massiva Kraka (Garnet Pyroxene of Kraka Massif). *Metamorficheskie komplekсы Урала* (Metamorphic Ural Complexes). Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1982, pp. 27–29. 8. Pushkarev E. V. Gulyaeva T. Ya. *Vysokobaricheskie granatovye giperbazity Mindyakskogo massiva na Yuzhnom Urale* (Overpressured Garnet Hyperbasites of Mindyaksky Massif in Southern Urals). Ezhegodnik-1994, Ekaterinburg: IGG UrO RAN, 1995, pp. 82–86. 9. Pushkarev E. V., Ryazantsev A. V., Tretyakov A. A., Belova A. A., Gottman I. A. *Granatovye ultramafity i mafity v zone Glavnogo Uralskogo razloma na Yuzhnom Urale: petrologiya, vozrast i problema obrazovaniya* (Garnet Ultramafites in Main Ural Fault in Southern Urals: Petrology, Age and Formation). Litosfera, 2010, No 5, pp. 101–183. 10. Rusin I. A. *Granatsoderzhaschie paragenesisy v giperbazitah massiva Kraka* (Yu. Ural) Garnet Paragenesis in Hyperbasites of Kraka Massif) (Southern Urals). Ezhegodnik-2001, IGG UrO RAN, 2002, pp. 134–138. 11. Rusin A. I., Krasnobaev A. A., Valizer P. M. *Geologiya Il'menskikh gor: situatsiya, problem* (Geology of Ilmen Mountains: Situation, Problems). Miass: IGZ UrO RAN, 2006, pp. 3–19. 12. Saveleva G. N., Pertsev A. N. *Mantiinyye ultramafity v ophiolitakh Yuzhnogor Urala, Kempirsaiskii massiv* (Mantle Ultramafites in Ophiolites of Southern Urals, Kempirsaysky massif). Petrologiya, 1995, V. 3, pp. 115–132. 13. Samygin S. G.,

Kuznetsov N. B., Pavlenko T. I., Degtyarev K. E. *Struktura Kyshtym-Miasskogo raiona Yuzhnogo Urala i problema sochleneniya magnitogorskikh i tagil'skih kompleksov* (Structure of Kyshtym-Miass Region of Southern Urals and Problems of Division of Magnitogorsk and Tagil Complexes). Ural: fundamentalnye problemy geodinamiki i stratigrafii (Urals: Fundamental Problems of Geodynamics and Stratigraphy). Moscow: Nauka, Tr. GIN RAN, No. 500, 1988, pp. 73–92. 14. Seravkin I. B., Znamenskii S. E., Kosarev A. M. *Glavnyi Ural'skii razлом na Yuzhnom Urale: struktura i osnovnye etapy formirovaniya* (Main Ural Fault in Southern Urals: Structure and Main Stages of Formation). Geotektonika, 2003, No 3, pp. 42–64. 15. Sobolev N. V. *Parageneticheskie tipy granatov* (Paragenetic Types of Garnets). Moscow: Nauka, 1964, 218 pp. 16. Sobolev N. V., Logvinova A. M., Efimova E. S. *Vklyucheniya eklogitovykh granatov, obogaschennykh margantsem, v almazah: svидетельство retsiklirovaniya zemnoi kory* (Eclogite Manganese-rich Garnet Inclusions: Proof of Earth Crust Recycling). DAN, 2013, V. 453, No 3, pp. 326–328. 17. Spiridonov E. M., Pletnev P. A., Perelygina E. V., Rapoport M. S. *Geologiya i mineralogiya mestorozhdeniya medistogo zolota Zolotaya gora* (Karabashskoe), *Srednii Ural (o probleme «zoloto-rodingitovoi» formatsii)* (Geology and Mineralogy of Sulpfur Gold Deposit Zolotaya Gora (Karabashskoe), Middle

Urals (Problems of Gold-Rodingite Formation)). Moscow: MSU, 1997, 192 pp. 18. Tretyakov A. A., Ryazantsev A. V., Kuznetsov N. B., Belova A. A. *Strukturnoe polozhenie i geohronologicheskoe datirovaniye granatovykh ul'trabazitov na Yuzhnom Urale* (Structural Position and Geochronological Dating of Garnet Ultrabasites in South Urals). Obschie i regionalnye problemy tektoniki i geodinamiki (General and Regional Problems of Tectonics and Geodynamics). Moscow: GEOS, 2008, V. 2, pp. 343–349. 19. Brey G. P., Kohler T., Nickel K. G. Geothermobarometry in four-phase lherzolites. I. Experimental results from 10 to 60 kb. J. Petrol. 1990, V. 31, pp. 1313–1352. 20. Brey G. P., Kohler T. Geothermobarometry in four-phase lherzolites. II. New thermobarometers and practical assessment of existing thermobarometers. J. Petrol. 1990, V. 31, pp. 1353–1352. 21. Massonne H. J. Experimental and Petrogenetic Study of UHPM. Ultrahigh Pressure Metamorphism, Cambridge University Press, 1995, pp. 33–95. 22. Obata M. The Ronda peridotite: garnet-spinel and plagioclase – lherzolite facies and the P-T trajectories of a High-temperature mantle intrusion. J. Petrol. 1980, V. 21, No 3, pp. 533–572. 23. Ravna E. J., Paquin J. Thermobarometric methodologies applicable to ecologies and garnet ultrabasites. EMU Notes in Mineralogy, 2003, V. 5 (8), pp. 229–259.

Рецензент
К. Г.-М. Н. К. В. Куликова



УДК 549. 263

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА АНАБАРСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРО-ВОСТОК СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

**Б. Б. Герасимов**

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск
bgerasimov@yandex.ru

В россыпных районах, где не выявлены коренные источники золота, возникает необходимость изучения комплекса типоморфных признаков россыпного золота, которые несут в себе важнейшую генетическую информацию, необходимую для разработки минералогических критериев прогнозной оценки рудной золотоносности. Изучено внутреннее строение золота Анабарского россыпного района по известной методике, разработанной Н. В. Петровской (1973, 1980). Травление золота проводилось с использованием реактива: $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{FeCl}_3 + \text{CrO}_3 + \text{тиомочевина} + \text{вода}$. Проявленные внутренние структуры детально изучались при помощи сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6480LV.

В результате исследований выделено две разновидности золота. *Первая разновидность* — средне- и высокопробное мелкое, хорошо обработанное золото с сильно измененным внутренним строением. Это золото дальнего сноса, которое подверглось многократному переотложению с древних промежуточных коллекторов на более молодые отложения. *Вторая разновидность* — низко- и среднепробное слабоокатанное золото с неизмененным внутренним строением. Слабая окатанность золотин и сохранность их первичных эндогенных внутренних структур указывает на непосредственную близость коренного источника.

Ключевые слова: *рассыпное золото, внутреннее строение, линии трансляции, высокопробная оболочка, структуры рекристаллизации и перекристаллизации, зональность.*

FEATURES OF INNER STRUCTURE OF PLACER GOLD OF ANABAR REGION (NORTH-EASTERN SIBERIAN PLATFORM)

B. B. Gerasimov

Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk

In placer regions, where primary sources of gold are not identified, it is necessary to study typomorphic features of placer gold, because it contains important genetic information, necessary for the development of mineralogical criteria of prognosis evaluation of ore gold content. The inner structures of gold from the Anabar placer region are studied, as one of the diagnostic typomorphic criteria as described in prominent method, developed by N.V. Petrovskaya (1973, 1980). Etching of gold was carried out using reagent: $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{FeCl}_3 + \text{CrO}_3 + \text{thioureat} + \text{water}$. The identified inner structures were studied in detail by scanning electron microscope JEOL JSM-6480LV.

Two types of gold are identified according to the features of inner structure of placer gold of the Anabar region. The first type is medium-high karat fine well processed gold with significantly changed inner structure. This gold is allochthonous, which was redeposited many times from ancient intermediate reservoirs to younger deposits. The second type is low-medium karat poorly rounded gold with unchanged inner structure. The poor roundness of gold particles and preservation of their primary inner structures indicate close proximity of primary source.

Keywords: *placer gold, inner structure, translation lines, high karat mantle, recrystallization structures, zoning.*

Введение

Использование типоморфных особенностей самородного золота в качестве дополнительных признаков к геологическим критериям на разных

этапах изучения потенциально золотоносных областей позволяет получить новые данные для восстановления истории формирования россыпных и рудных проявлений. Одним из

наиболее информативных типоморфных признаков, показывающих пострудные эндогенные изменения и продолжительность пребывания золота в экзогенной среде, является его внут-

реннее строение. Классификация внутренних структур самородного золота была разработана Н. В. Петровской [6], в последующем дополнена Л. А. Николаевой [3, 4]. Нами изучены особенности внутренней структуры россыпного золота (более 300 залежек) из валовых и разведочных проб, отобранных из аллювиальных отложений рек Анабарского района (комплексные золото-алмазоносные россыпи рр. Маят, Эбелях, Уджа, Половинная и Большая Куонамка) (рис. 1). Анабарский россыпной район относится к Лено-Анабарской полиминеральной россыпной субпровинции [5] и занимает бассейн рр. Большая и Малая Куонамка, дренирующих восточное обрамление Анабарского щита, и Анабаро-Уджинское междуречье, сложенное главным образом карбонатными породами кембрийского возраста (рис. 1).

Методы и подходы

Структурное травление золота проводилось по известной методике [7] с использованием реактива: $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{FeCl}_3 + \text{CrO}_3 + \text{тиомочевина} + \text{вода}$. Реактив наносился на поверхность отполированного золота, вмонтированного в искусственный анишлиф, изготовленный на основе эпоксидного клея. Золотины проправливались от 10 до 30 секунд, в несколько подходов. После каждой процедуры травления анишлиф промывался под сильной струей воды, затем высушивался. После этого проявленные внутренние структуры детально изучались при помощи рудного микроскопа NEOPHOT-32 и сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6480LV. Интерпретация особенностей внутренних структур проводилась в соответствии с рекомендациями Н. В. Петровской [6, 7], Л. А. Николаевой [3, 4], Н. Е. Саввы и В. К. Прейса [8].

Результаты и обсуждение

Внутренние структуры россыпного золота региона довольно разнообразны и определяются их составом, характером и степенью преобразований.

При изучении внутреннего строения золота из руслового аллювия **бассейна р. Маят (правый приток р. Анабар)** установлено следующее. Внутреннее строение высокопробного золота фракции -0.5 mm представлено в основном структурами перекристаллизации (рис. 2, a). При больших увеличениях ($\times 2700$) обнаруживается мозаично-блоковое строение

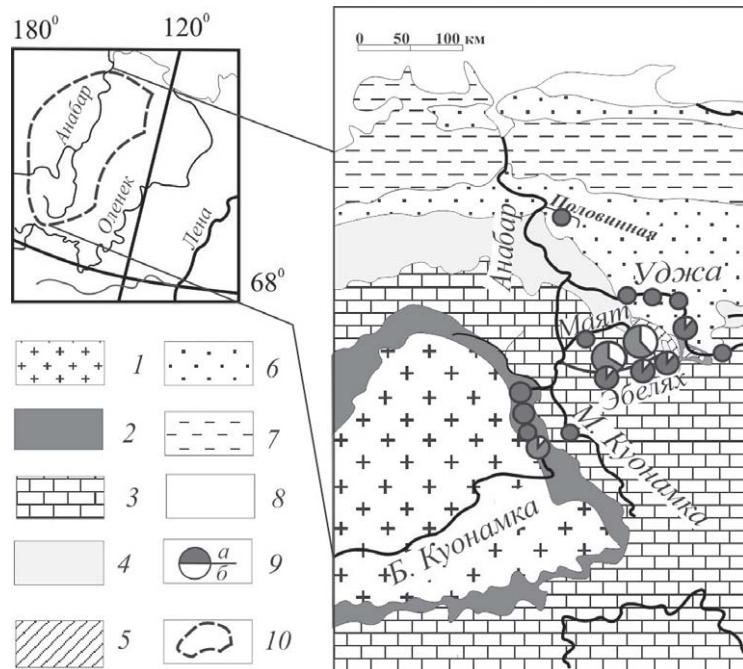


Рис.1. Схема геологического строения Анабарского россыпного района. Породы: 1 — архейские, 2 — рифейские, 3 — кембрийские, 4 — пермские, 5 — триасовые, 6 — юрские, 7 — меловые, 8 — четвертичные; 9 — типы золота и их соотношение (%): а — I тип, б — II тип; 10 — границы Анабарского полиминерального россыпного района

Fig. 1. Geological structure of the Anabar placer area. Rocks: 1 — Archean, 2 — Riphean, 3 — Cambrian, 4 — Permian, 5 — Triassic, 6 — Jurassic, 7 — Cretaceous, 8 — Quaternary, 9 — types of gold and their ratio (%): - I type, b — II type; 10 — boundaries of the Anabar polymetallic placer area

субмикроструктур (рис. 2, б). У этих золотин наблюдаются мощные (10 и более мкм) высокопробные оболочки (рис. 2, в). Такое внутреннее строение типично для золота, которое пребывало в экзогенных условиях весьма продолжительное время. Для среднепробного золота характерна среднезернистая структура. В низкопробном крупном золоте ($+1 \text{ mm}$) обнаружена крупнозернистая неизмененная структура с четкими границами зерен (рис. 2, г). Иногда встречаются простые двойники (рис. 2, д). По периферии золотин очень редко наблюдаются прерывистые, очень тонкие высокопробные оболочки (рис. 2, е). Обнаружение таких структур свидетельствует о весьма непродолжительном пребывании золота в экзогенных условиях.

Низкопробное слабообработанное крупное золото ($+1 \text{ mm}$) из руслового аллювия **бассейна р. Эбелях (правый приток р. Анабар)** характеризуется в основном монозернистой, неизмененной внутренней структурой (рис. 3, а). Для среднепробного золота характерны моно- и полизернистые агрегаты. Структуры перекристаллизации (рис. 3, б) и двойники, часто с межзерновыми высокопро-

бными прожилками и линиями трансляции в периферийных частях, отмечаются в хорошо обработанных среднепробных золотинах фракции $-1+0.5 \text{ mm}$. Для них характерна мощная высокопробная оболочка. Высокопробное золото фракции -0.5 mm отличается еще более сложным внутренним строением. В нем обнаружены структуры перекристаллизации (рис. 3, в), двойники (рис. 3, г), линии трансляции (рис. 3, д) и мощная (15 и более мкм) весьма высокопробная оболочка (рис. 3, е).

В мелком (-0.5 mm), хорошо окатанном высокопробном золоте из современных аллювиальных отложений **бассейнов р. Уджа и Половинная** отмечаются линии трансляции (рис. 4, а), структуры перекристаллизации (рис. 4, б), высокопробные межзерновые прожилки и мощная (10 и более мкм) весьма высокопробная оболочка (рис. 4, в, г).

Структурное травление мелкого, хорошо окатанного высокопробного золота **россыпи р. Большая Куонамка** показало, что оно также характеризуется сильно измененным внутренним строением. В нем выявлены структуры перекристаллизации, рекристаллизации (рис. 5, а), а также линии

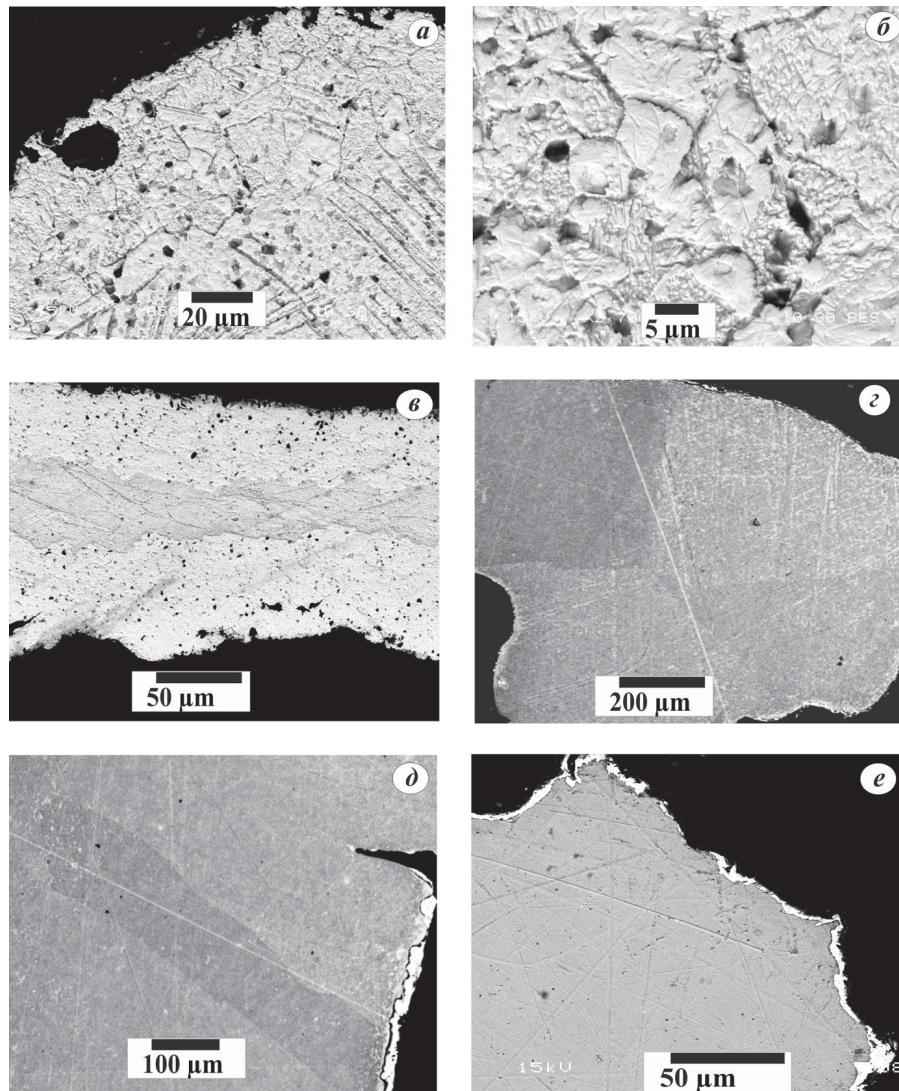


Рис. 2. Внутреннее строение россыпного золота россыпи р. Маят (JEOL JSM-6480LV, режим обратно рассеянных электронов): *а* — структуры перекристаллизации в золоте высокой пробы фракции – 0.5 мм ($\times 800$); *б* — мозаично-блоковое строение субмикроструктуры высокопробного золота фракции – 0.5 мм ($\times 2700$); *в* — мощная, весьма высокопробная ($\times 500$) оболочка золота фракции – 0.5 мм; *г* — крупнозернистая структура низкопробного золота фракции +2 мм ($\times 75$); *д* — двойник в низкопробном золоте фракции –2+1 мм ($\times 200$); *е* — тонкая прерывающаяся высокопробная оболочка низкопробного золота ($\times 450$)

Fig. 2. Inner structure of placer gold of the Mayat river placer (JEOL JSM-6480LV, SEI): *a* — structures of recrystallization in fine gold, fraction –0.5 mm ($\times 800$); *b* — mosaic-block structure of submicroscopic structure of fine gold, fraction –0.5 mm ($\times 2700$), *c* — thick highly fine gold shell of high-grade gold, fraction –0.5 mm ($\times 500$); *d* — coarse-grained structure of low-grade gold, fraction +2 mm ($\times 75$); *e* — twin in low-grade gold, fraction –2+1 ($\times 200$); *e* — thin discontinuous fine gold shell of low-grade gold ($\times 450$)

трансляции (рис. 5, б) и мощные, весьма высокопробные оболочки. Это свидетельствует о неоднократном переотложении золота с древних коллекторов в более молодые отложения. Внутреннее строение высокосеребристого (электрум, кюстелит) слабоокатанного золота данной россыпи характеризуется главным образом зональными структурами, не затронутыми эндогенными и гипергенными преобразованиями (рис. 5, в, г, д). В относительно низкопробном золоте рудного облика обнаружены низкопробные межзерновые прожилки (рис. 5, е, ж). По мнению Н. Е. Саввы и В. К. Прейса [8], хорошая сохранность в золоте эндогенных структур свидетельствует о его поступлении из близлежащих коренных источников.

Выводы

Таким образом, по особенностям внутреннего строения самородного золота Анабарского россыпного района можно выделить две разновидности золота.

Первая разновидность — средне- и высокопробное мелкое (–1 мм), хорошо обработанное золото с сильно измененным внутренним строением. По индикаторным типоморфным признакам данный металл относится к золоту I типа, ранее выделенному на северо-востоке Сибирской платформы [1, 2]. Золото I типа характеризуется мелкой фракцией (–0.25 мм), высокой пробностью (>900 %), малым набором элементов-примесей, отсутствием минеральных включений, в основном пластинчатой и комковидной формами, вдавленными минералами на поверхности. Это золото дальнего сноса, которое подверглось многократному переотложению из древних промежуточных коллекторов на более молодые отложения. Предположительно коренными источниками данного золота являются рудопроявления золото-кварц-малосульфидного типа докембрийского возраста [2].

Вторая разновидность — низко- и среднепробное слабоокатанное зо-

лото с неизмененным внутренним строением. Слабая окатанность золотин и сохранность их первичных внутренних структур указывает на непосредственную близость коренного источника. По индикаторным признакам данный металл относится к золоту II типа, который характеризуется пластинчатыми и комковидными формами, нередко рудного облика, и имеет в основном среднюю (800–900 %) и низкую (600–800 %, реже 300–500 %) пробность. В золоте данного типа отмечается широкий диапазон элементов-примесей (Fe, Sb, Pb и As), а также включения кварца, пирита и арсенопирита. Это золото ближнего сноса, коренные источники которого предположительно локализованы в зонах разломов и связаны с тектономагматической активизацией мезозойского возраста [1, 2].

Исследование выполнено по плану НИР ИГАБМ СО РАН: тема № 72.2.5.

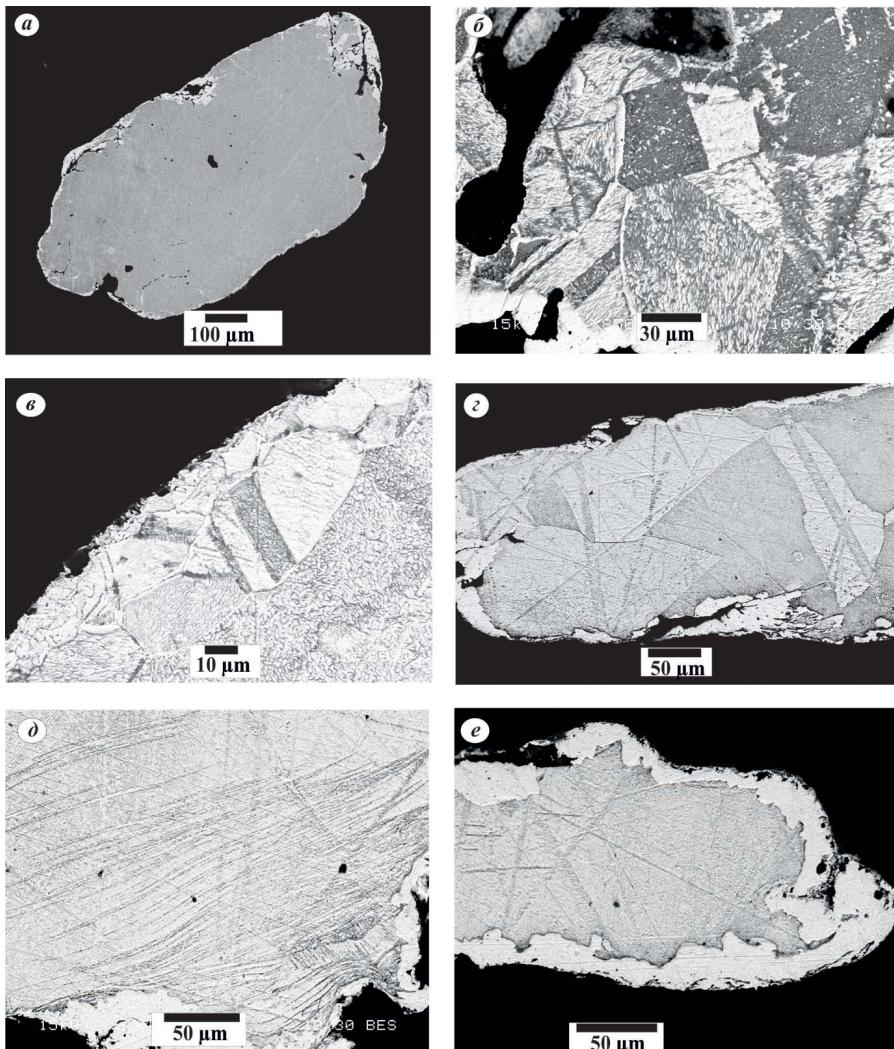
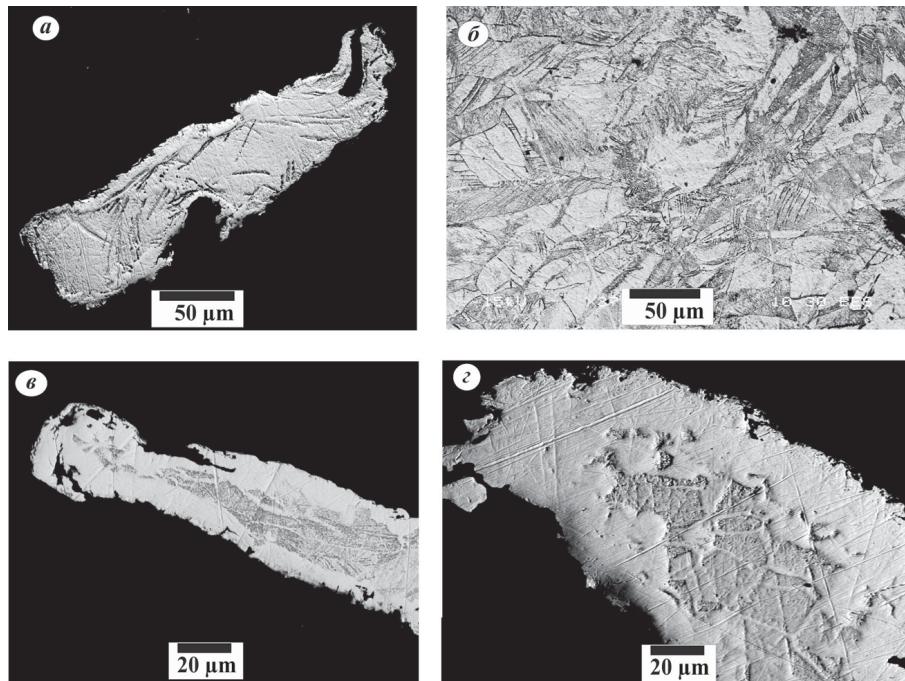


Рис. 3. Внутреннее строение россыпного золота бассейна р. Эбелях (JEOL JSM-6480LV, режим обратно рассеянных электронов): *а* — монозернистая структура с тонкой высокопробной оболочкой низкоПробного золота фракции +2 мм ($\times 120$); *б* — структуры перекристаллизации среднепробного золота фракции –1+0.5 мм ($\times 850$); *в* — структуры перекристаллизации по периферическим частям высокопробного золота фракции –1+0.5 мм ($\times 1000$); *г* — двойник в золоте высокой пробы ($\times 300$); *д* — линии трансляции в высокопробном золоте фракции –1+0.5 мм ($\times 450$); *е* — мощная, весьма высокопробная оболочка в высокопробном золоте фракции –1+0.5 мм ($\times 350$)

Fig. 3. Inner structure of placer gold of the Ebelyakh river basin (JEOL JSM-6480LV, SEI): *a* — mono-grained structure with thin fine shell of low-grade gold, fraction +2 mm ($\times 120$); *b* — structures of recrystallization of medium-grade gold, fraction –1+0.5 mm ($\times 850$); *c* — structures of recrystallization on peripheric parts of fine gold, fraction –1+0.5 mm ($\times 1000$); *г* — twin in fine gold ($\times 300$); *д* — translation lines in fine gold, fraction –1+0.5 mm ($\times 450$); *е* — thick highly fine shell in fine gold, fraction –1+0.5 mm ($\times 350$)

Рис. 4. Внутреннее строение россыпного золота бассейнов рр. Уджа и Половинная (JEOL JSM-6480LV, режим обратно рассеянных электронов): *а* — линии трансляции в высокопробном, хорошо окатанном золоте р. Уджа ($\times 450$), *б* — структуры перекристаллизации высокопробного золота р. Уджа ($\times 370$), *в* — мощная высокопробная оболочка ($\times 800$) и *г* — высокопробные межзерновые прожилки ($\times 700$) в среднепробном, хорошо окатанном золоте р. Половинная

Fig. 4. Inner structure of placer gold of the Udzha and Polovinnaya rivers basins (JEOL JSM-6480LV, SEI): *a* — translation lines in fine well-rounded gold, Udzha river ($\times 450$), *б* — structures of recrystallization of fine gold, Udzha river ($\times 370$), *в* — thick high-grade shell ($\times 880$) and *г* — fine intergranular veinlets ($\times 700$) on medium-grade well-rounded gold, Polovinnaya river



Литература

1. Герасимов Б. Б. Рассыпная золотоносность Лено-Анабарского междуречья: Автoref. канд. дис. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2007. 22 с.
2. Никифорова З. С., Герасимов Б. Б.,

Глушкова Е. Г., Каженкина А. Г. Золотоносность востока Сибирской платформы: россыпи — коренные источники // Геология рудных месторождений. 2013. Т. 55. № 4. С. 1—15. 3. Николаева Л. А. Генетические особенности само-

родного золота как критерии при поисках и оценке руд и россыпей. М.: Недра, 1978. 101 с. 4. Николаева Л. А., Гаврилов А. М., Некрасова А. Н., Яблокова С. В., Шатилова Л. В. Атлас само- родного золота рудных и россыпных

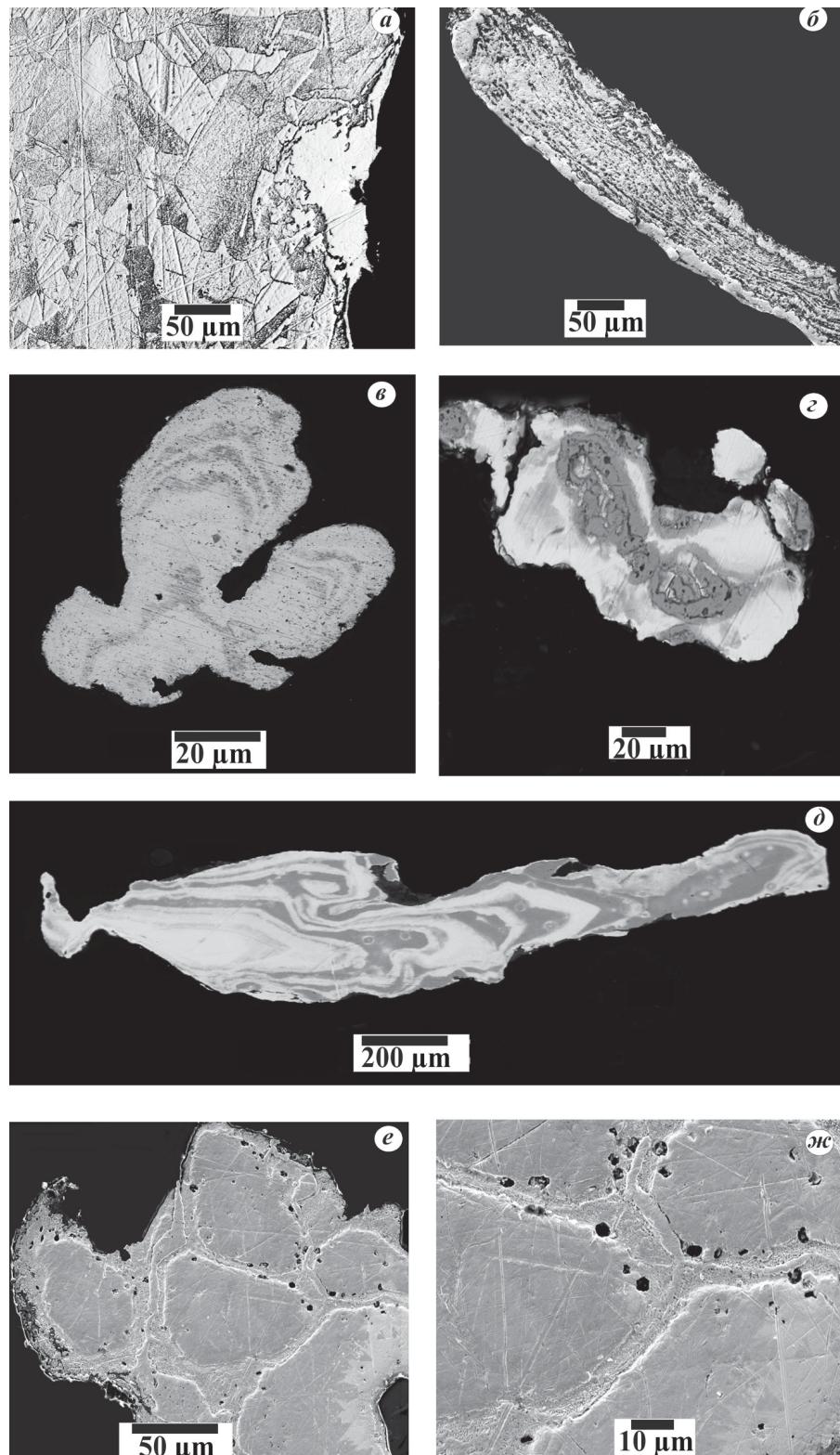


Рис. 5. Внутреннее строение россыпного золота россыпи р. Большая Куонамка (JEOL JSM-6480LV, режим обратно рассеянных электронов): *а* — структуры рекристаллизации высокопробного, хорошо окатанного золота ($\times 370$); *б* — линии трансляции в хорошо окатанном высокопробном золоте ($\times 300$); *в* — концентрически зональная структура полуокатанного относительно низкопробного золота ($\times 85$); *г* — зональная структура слабоокатанного кюстелита ($\times 650$); *д* — яснозональная структура слабоокатанного электрума ($\times 65$); *е*, *ж* — низкопробные межзерновые прожилки в относительно низкопробном золоте дендритовидной формы ($\times 500$, $\times 1200$)

Fig. 5. Inner structure of placer gold of Bolshaya Kuonamka river (JEOL JSM-6480LV, SEI): *a* — structures of recrystallization of fine well-rounded gold ($\times 370$); *б* — translation lines in well-rounded fine gold ($\times 300$); *в* — concentrically zonal structure of sub-rounded relatively low-grade gold ($\times 85$); *г* — zonal structure of poor-rounded kustelite ($\times 650$); *д* — clear zonal structure of poor-rounded electrum ($\times 65$); *е*, *ж* — low-grade intergranular veinlets in relatively lowgrade gold of dendritic shape ($\times 500$, $\times 1200$)

месторождений России. М.: ЦНИГРИ, 2003. **5.** Патык-Кара Н. Г. Минерагенеия россыпей: типы россыпных провинций. М.: ИГЕМ РАН, 2008. 528 с. **6.** Петровская Н. В. Самородное золото. Москва: Наука, 1973. 347 с. **7.** Петровская Н. В., Новгородова М. И., Фролова К. Е. О природе структур и субструктур эндогенных выделений самородного золота // Минералогия самородных элементов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 10—20. **8.** Савва Н. Е., Прейс В. К. Атлас самородного золота Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1990. 293 с.

References

1. Gerasimov B. B. *Rossypnaya zolotonosnost Leno-Anabarskogo mezhdurechya* (Alluvial Gold Mineralization of Lena-Anabar Interfluve). Extended abstract of PhD dissertation. Yakutsk: Science Center SB RAN, 2007. 22 pp.
2. Nikiforova Z. S., Gerasimov B. B., Glushkova E. G., Kazhenkina A. G. *Zolotonosnost vostoka Sibirskej platformy: rossypi-korennye istochniki* (Gold Mineralization of Siberian Platform: Placers – Ore Bodies). Geologiya rudnyh mestorozhdenii. 2013, V. 55, No 4, pp. 1—15.
3. Nikolaeva L. A. *Geneticheskie osobennosti samorodnogo zolota kak kriterii pri poiskakh i otsenke rud i rossypei* (Genetic Features of Native Gold as Criteria for Search and Evaluation Ores and Placers). Moscow: Nedra, 1978, 101 pp.
4. Nikolaeva L. A., Gavrilov A. M., Nekrasova A. N., Yablokova S. V., Shatilova L. V. *Atlas samorodnogo zolota rudnyh i rossypnyh mestorozhdenii Rossii* (Atlas of Native Gold of Ore and Alluvial Deposits). Moscow: TsNIGRI, 2003.
5. Patyk-Kara N. G. *Minerageniya rossypei: tipy rossypnyh provintsiy* (Minerageny of Placers: Types of Alluvial Provinces). Moscow: IGEM RAN, 2008, 528 pp.
6. Petrovskaya N. V. *Samorodnoe zoloto* (Native Gold). Moscow: Nauka, 1973, 347 pp.
7. Petrovskaya N. V., Novgorodova M. I., Frolova K. E. *O prirode struktur i substruktur endogennyh vydelenii samorodnogo zolota* (Nature of structures and Substructures of Endogenous Shows of Native Gold). Mineralogiya samorodnyh elementov (Mineralogy of Native elements). Vladivostok: Far East Science Center of AS USSR, 1980, pp. 10—20.
8. Savva N. E., Preis V. K. *Atlas samorodnogo zolota Severo-Vostoka SSSR* (Atlas of Native Gold of North-East of the USSR). Moscow: Nauka, 1990, 293 pp.

Рецензент
к. г.-м. н. Т. П. Майорова



УДК 551.793(470.111)(211.7)

ОЗЕРНАЯ СЕДИМЕНТАЦИЯ В ТИМАНО-ПЕЧОРО-ВЫЧЕГОДСКОМ РЕГИОНЕ В СРЕДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ

**Л. Н. Андреичева, Т. И. Марченко-Вагапова**Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
andreicheva@geo.komisc.ru, timarchenko@mail.ru

В статье представлены результаты литологического и палинологического изучения озерных отложений среднего неоплейстоцена в Тимано-Печоро-Вычегодском регионе. Выявлены особенности гранулометрического и минерально-го состава чирвинских (лихвинских) и родионовских (шкловских) озерных отложений. В палинологических спектрах чир-винских осадков выделяются два климатических оптимума: в нижнем оптимуме доминирует пыльца *Pinus sylvestris* и широколиственных пород — до 10%; в верхнем оптимуме преобладает пыльца *Picea* sp., *Pinus sylvestris*, единичная пыльца *Picea sect. Omorica* и широколиственных пород. Родионовской флоре по сравнению с чирвинской присущ более ксерофильный состав и более высокое содержание пыльцы сосны, березы, маревых, полыни.

Ключевые слова: средний неоплейстоцен, озерные отложения, межледниковые, гранулометрический состав, ми-неральный состав, палинология, литология.

LACUSTRINE SEDIMENTATION DURING THE MIDDLE NEOPLEISTOCENE IN THE TIMAN-PECHORA-VYCHEGDA REGION

L. N. Andreicheva, T. I. Marchenko-Vagapova

Institute of Geology, Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The object of research is Middle Neopleistocene lacustrine deposits in the Timan-Pechora-Vychegda region. In the article we present the results of the lithological and palynological studies of sediments. The granulometric and mineralogic composition of lacustrine deposits was studied to determine their sedimentary conditions and to find the opportunity of using the lithological data for the stratigraphic subdivision and correlation of sediments. The deposits were investigated by the palynological method to determine the stratigraphic position of rock bodies.

The specific features of the granulometric and mineralogical composition of Chirva (Likhvin) and Rodionovo (Shklov) lacustrine sediments were identified. In some cases the relationship of lithological composition of lacustrine deposits with the lithology of underlying tills was established.

There are two climatic optima in the palynological spectra from Chirva sediments: the Lower optimum — greater participation of pollen of *Pinus sylvestris* and broad-leaved species (up to 10%); in the Upper optimum — pollen of *Picea* sp. and *Pinus sylvestris* predominate, the pollen of *Picea sect. Omorica* and broad-leaved species are observed sporadically. Some more xerophilous species and a larger part of pollen of pine, birch, Chenopodiaceae, *Artemisia* are found in the composition of the Rodionovo flora compared to Chirva palynological assemblages.

Keywords: Middle Neopleistocene, lacustrine sediments, Interglacial, granulometric composition, mineralogical composition, palynology, lithology.

Введение

В озерной седиментационной обстановке происходит накопление кластических, органических и хими-ческих осадков. Тип отложений и их состав существенно зависят от кли-матических условий. В областях с арид-ным холодным климатом, где подав-лены химические процессы, отлагает-

ся обломочный песчано-глинистый материал, иногда с ленточной слоистостью. В пресных озерах гумидного климата отложения обогащены органическими остатками, содержат про-слои торфа и озерного ила — сапропеля. Озерные отложения четвертичного возраста обычно представлены песчано-глинистыми разностями от

мягкопластичной до текучей консис-тенции, довольно часто они имеют темную окраску, связанную либо с продуктами распада органического вещества, либо с наличием сульфидов. Озерные осадки в Тимано-Печоро-Вычегодском регионе (рис. 1) сложе-ны кластогенным материалом, где ча-сто преобладают тонкозернистые гли-



нистые разности с четкой горизонтальной слоистостью. На территории исследований средненеоплейстоценовые озерные образования представлены чирвинскими (лихвинскими) и родионовскими (шкловскими) межледниковыми отложениями.

Методы исследований

Изучен гранулометрический и минеральный состав озерных осадков. Получение их литологической характеристики направлено на выяснение условий седиментации, выявление возможности использования литологических данных для стратиграфического расчленения и корреляции отложений, проведения палеогеографических реконструкций, установления местоположения геологического объекта, из обломочного материала которого они формировались. Гранулометрический анализ выполнен с применением ситового и пипеточного методов [9]. Были посчитаны средние диаметры зерен (d_{cp}) и коэффициенты сортировки отложений (S_c). Коэффициент сортированности осадков выражен через нормированную энтропию [4], которая изменяется от нуля до единицы и растет в направлении увеличения сортированности: при наихудшей сортировке $S_c=0$, для однофракционных отложений $S_c=1$. Минеральный состав мелкозема тиллов определялся в мелкопесчаной фракции (0.25–0.1 мм), наиболее полно отражающей материал питающих провинций, как местных и транзитных, так и удаленных. Кроме того, эта фракция наиболее представительна по весу и доступна для изучения. Важным аспектом работы являлись изучение и систематика процессов накопления тяжелых минералов в озерных осадках. Они исследовались палинологическим методом по общепринятой методике с целью определения стратиграфической принадлежности отложений.

Результаты исследований и их обсуждение

В основании среднего неоплейстоцена лежит чирвинский межледниковый горизонт (Q_{II}^1c), сложенный преимущественно аллювиальными и озерными образованиями. Они приурочены к погребенным палеодолинам и заполняют эрозионные врезы в помусовских (окских) и более древних отложениях. На большей части региона чирвинские осадки вскрыты скважинами. Мощность их меняется от 10



Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов: 1 — обнажения, 2 — скважины

Fig. 1. The location scheme of studied sections: 1 — outcrops, 2 — well

до 64 м, достигая максимальных значений в бассейне Лай, а самую большую мощность (90 м), они имеют на крайнем северо-востоке региона в скв. Г-2 (рис. 1). Незначительные мощности (до 14 м) чирвинских отложений фиксируются на Пай-Хое, а минимальные (11 м) — в долине широтного отрезка р. Печоры в скв. 301-Кушшор. В береговых обнажениях чирвинские отложения выходят крайне редко и мощность их не превышает 1–4.6 м. Озерные осадки чирвинского возраста установлены и изучены в скв. 301-Кушшор, в скв. 712 в долине р. Колвы и в обн. 208-Слободчиково на правом берегу р. Вычегды вблизи одноименного села.

По данным гранулометрического состава, чирвинские озерные отложения имеют среднюю степень сортированности — $S_c=0.31$ – 0.41 (табл. 1). Осадки меняются от очень тонких глин со средним диаметром — $d_{cp}=0.006$ мм в скв. 301-Кушшор — до алевритов с $d_{cp}=0.049$ мм в скв. 712. Такие вариации гранулометрического состава, скорее всего, связаны с

положением образцов в разрезе: глинистые отложения могли быть сформированы в донной части озера, а алевриты — в более мелководной.

В этих же разрезах изучен минеральный состав (табл. 2). Выход тяжелой фракции озерных отложений в скв. 301-Кушшор составляет 1.02 %, и определяется она амфибол (10.2 %)-сидерит (10.9 %)-гранат (12 %)-эпидотовой (32.7 %) минеральной ассоциацией со значительными содержаниями ильменита (8.9 %) и пирита (9.1 %). Характерны довольно высокие концентрации титановых минералов (8.7 %), суммарное содержание метаморфогенных минералов — 5 %. В скв. 712 выход тяжелой фракции существенно ниже — в среднем 0.43 %, сложена она гранат (13.5 %)-сидерит (15.7 %)-эпидотовой (29 %) ассоциацией тяжелых минералов с низкими содержаниями амфиболов (5 %) и ильменита (4.2 %). Почти в равных количествах присутствуют минералы группы титановых (5.1 %) и метаморфогенных (5.4 %), апатита чуть меньше (4.4 %). Характерно аномально вы-



**Гранулометрический состав средненеоплейстоценовых озерных отложений
в Тимано-Печоро-Вычегодском регионе**

Таблица 1

**Granulometric composition of the Middle Neopleistocene lacustrine deposits
in the Timan-Pechora-Vychegegda region**

Table 1

№ скв., обн.	Индекс горизонта	Карбонатность, %	Содержание фракций, %; размер, мм				Сред. диам., d_{cp}	Коэф. сорт., Sc
			>1.0	1.0—0.1	0.1—0.01	<0.01		
301	Q_{II}^1c	4	0.2	4.4	29.5	65.9	0.006	0.35
712	Q_{II}^1c	1.7	0.4	25.2	60.5	13.9	0.049	0.31
208	Q_{II}^1c	3		20	60.2	19.8	0.042	0.41
301	Q_{II}^3r	3.8	0.4	10.4	30.2	59	0.006	0.27
712	Q_{II}^3r	3.1	0.7	32.7	53.1	13.5	0.055	0.28
Л-29	Q_{II}^3r	2.2		40.4	54.3	5.3	0.072	0.51
4-Г	Q_{II}^3r	3.1	2.2	9	37.9	5.1	0.014	0.18
12	Q_{II}^3r	3.6	—	63.6	31.1	5.4	0.098	0.59
Сейда-8	Q_{II}^3r	10.8	0.3	1	75.5	23.2	0.024	0.33
205	Q_{II}^3r	2.9	0.1	8.6	56.7	34.6	0.015	0.23

сокое содержание магнетита — 3.4 %. Выход тяжелой фракции озерных отложений в обн. 208-Слободчиково составляет 0.32 %, сложена она гранат (18.1 %)-амфибол (19.6 %)-эпидотовой (28.3 %) минеральной ассоциацией с еще более высоким содержанием метаморфогенных минералов — 10.1 %. Отмечается полное отсутствие пирита и сидерита, тогда как в тяжелой фракции чирвинских отложений на севере они содержатся в значительных количествах.

Принадлежность отложений к чирвинскому горизонту определяется на основе характерных спорово-пыльцевых спектров лихвинского типа, выделенных и изученных в межледниковых осадках, которые в ряде разрезов скважин и в береговых обнажениях лежат в основании средненеоплейстоценового комплекса. Палинологическим методом чирвинский возраст отложений установлен в разные годы в разрезах нижней Печоры и Вычегды [8], Колвы [15], на

побережье Хайпудырской губы [13], на Пай-Хое [7]. В единичных случаях, например в обн. 248 в районе с. Усть-Цильмы, межледниковые отложения отнесены к чирвинскому горизонту на основании согласного залегания на них печорского (днепровского) тилла, датированного костными остатками мелких млекопитающих. Кроме того, в торфяниках, подстилающих печорский горизонт, содержатся эндокарпии рдеста красноватого, характерного для лихвинских флор [6].

Палинологическим методом изучены отложения в обн. 208-Слободчиково. В основании берегового обрыва высотой 10 м выходит толща голубовато-серых алевритов мощностью 2 м, в которых в интервале глубин 9.8—9.6 м вскрывается прослой мелкозернистого серого песка. Выше залегает песок желто-серый мелкозернистый (инт. глубин 8.05—6.15 м), перекрытый темно-серым алевритом с растительным детритом мощностью 1.25 м и прослоем 10—15 см торфа в основании. Еще выше лежит 5-метровая толща суглинка валунного. В результате исследований отложений в интервале глубин 10—5.05 м выделены десять спорово-пыльцевых комплексов (рис. 2).

Минеральный состав средненеоплейстоценовых озерных отложений в Тимано-Печоро-Вычегодском регионе

Таблица 2

Mineralogical composition of the Middle Neopleistocene lacustrine deposits in the Timan-Pechora-Vychegegda region

Table 2

Район (река)	Нижняя Печора		Вычегда		Лая		Нижняя Печора		Ижма	Сейда	Вычегда
№ обн., скв.	301	712	208	Л-29	301	4-Г	12	8	205		
Индекс горизонта	Q_{II}^1c	Q_{II}^1c	Q_{II}^1c	Q_{II}^3r	Q_{II}^3r	Q_{II}^3r	Q_{II}^3r	Q_{II}^3r	Q_{II}^3r	Q_{II}^3r	Q_{II}^3r
ВТФ, %	1.02	0.43	0.32	0.29	0.03	1.01	0.29	0.08	0.63		
Магнетит	0.3	3.4	0.2	0.7			0.5	0.03	0.7		
Гематит		0.6	0.3					0.02	0.7		
Ильменит	8.9	4.2	5.6	3.5	5.2	5	8.1	8.6	8.1		
Эпидот	32.7	29	28.3	42	32.9	30	21.7	36.2	22.7		
Амфибол	10.2	5	19.6	12.3	12		33.4	6.3	22.9		
Гранат	12	13.5	18.1	10.2	27.3	35	22.3	9.3	21.3		
Пирит	9.1	7.9		0.3		3		1.6			
Сидерит	10.9	15.7		4.8	0.7	20		11.7			
Циркон	0.6	1.2	1.4	3	0.4		1	6.2	2.5		
Рутил	0.4	0.2	0.8	0.8	0.6	2	1.5	0.4	1.4		
Титанит	4.2	1.5	1.8	2.6	6		2.2	1.4	2.3		
Лейкоксен	4.1	3.4	3.8	10.2	3.2	5	3.1	10.8	3.7		
Гр. титан. мин.	8.7	5.1	6.4	13.6	9.8	7	6.8	12.6	7.4		
Кианит	1.4	1.6	8	2.4	1.1		2.1	0.4	3.2		
Ставролит	1.2	3.8	1.9	0.2	0.7			ед. зн.	1.2		
Силлиманит	2.4		0.2		0.2				0.2		
Гр. метам. мин.	5	5.4	10.1	2.6	2		2.1	0.4	4.6		
Турмалин	1.1	0.9	1.2	0.9	1.3		ед. зн.	0.4	0.9		
Апатит	1.1	4.4	3.3	0.5	2.2		1.9	0.6	2		
Пироксен	0.1	0.6	5.1	0.5	1		ед. зн.	5.6	2.4		
Лимонит		0.02	0.5	5.6	5.2		2.2		4		

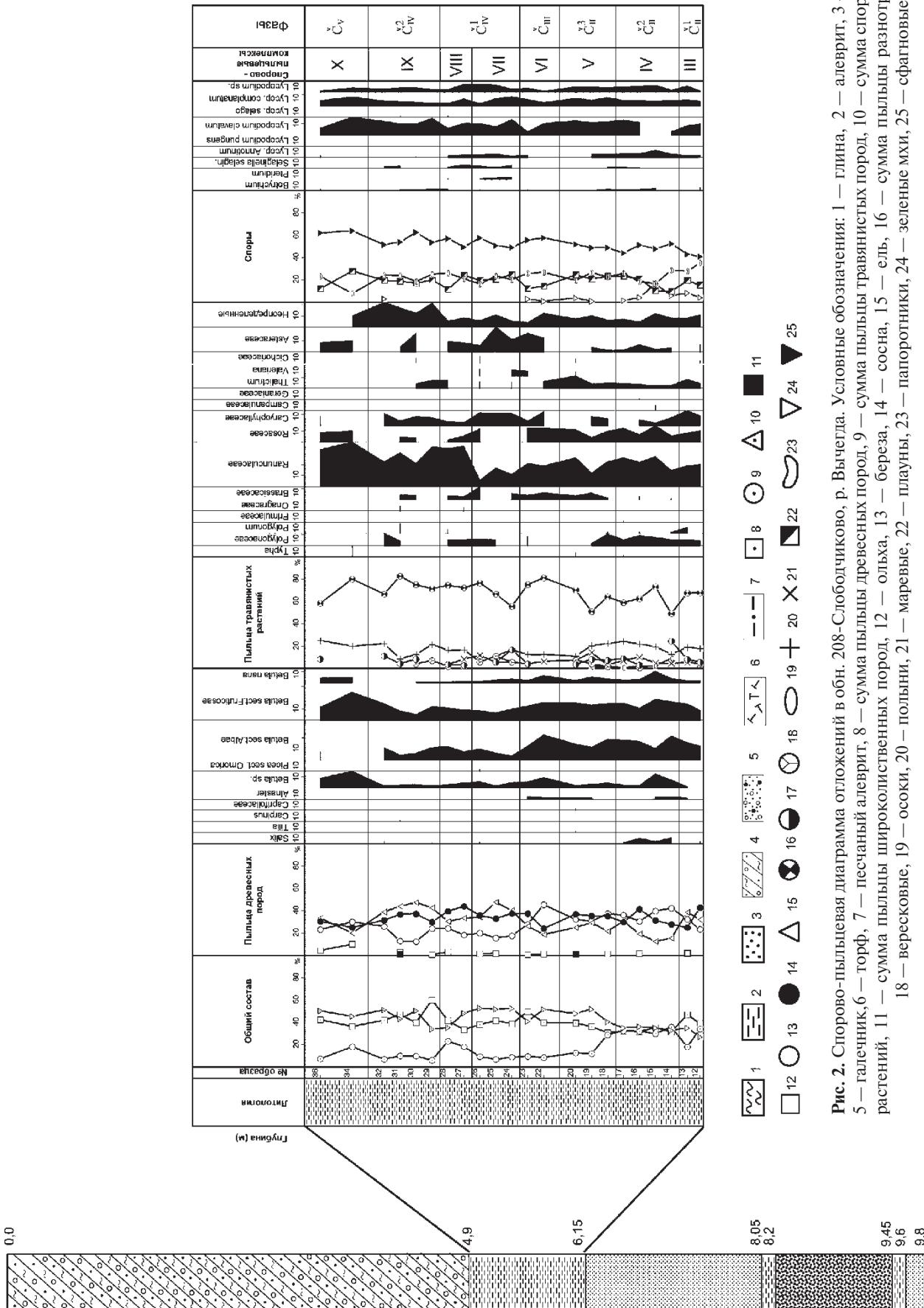


Fig. 2. The spore-pollen diagram of sediments from section 208-Slobodchikovo, the Vychedga River. Legend: 1 — clay, 2 — silt, 3 — sand, 4 — till, 5 — gravel, 6 — peat, 7 — sandy silt, 8 — Summ Ap., 9 — Summ Nap., 10 — Summ of pollen broadleaf species, 11 — Summ of pollen needleleaf species, 12 — Alnus, 13 — Betula, 14 — Pinus, 15 — Picea, 16 — Herbs, 17 — Poaceae, 18 — Ericaceae, 19 — Chenopodiaceae, 20 — Artemisia, 21 — Carex, 22 — Lycopodiaceae, 23 — Polypodiaceae, 24 — Bryales, 25 — Sphagnum



Комплекс I (инт. глубин 10—9.6 м). В общем составе спектра преобладают то споровые, то древесные растения. Пыльца травянистых форм встречается единично, либо отсутствует. Среди пыльцы древесных растений преобладает *Pinus sylvestris* (до 86 %), отмечены представители *Betula sect. Fruticosae* (до 33 %), *Betula sect. Albae* (до 15 %). В небольших количествах встречена ель *Picea sp.* Травянистые растения представлены единичной *Ranunculaceae*. Среди споровых доминируют сфагновые мхи и папоротники *Polypodiaceae*. Участие представителей рода *Lycopodium sp.* незначительно.

Комплекс II (инт. глубин 8.2—6.15 м). В составе спектра преобладают споровые растения, составляя около 96 %. Пыльцы древесных форм существенно меньше, травы единичны. Среди древесных растений доминируют представители мелколиственных пород, в первую очередь это виды рода *Betula sp.*: *Betula sect. Albae* (до 36 %), *Betula sect. Fruticosae* (около 21 %). Участие *Betula nana*, *Alnaster sp.* незначительно. Отмечены *Pinus sylvestris*, *Picea sp.* Травы представлены *Poaceae*, *Artemisia sp.*, *Ranunculaceae*, *Geraniaceae*. Среди споровых преобладают папоротники *Polypodiaceae* и сфагновые мхи.

Комплексы I и II отражают холодные условия начала межледниковых с произрастанием тундровой и лесотундровой растительности. Развивались березовые, сосново-березовые редколесья и разнообразные кустарниковые группировки.

Комплекс III (инт. глубин 6.15—6.1 м). В спектре древесные растения составляют 39—47 %. Немного меньше встречено пыльцы травянистых растений и спор (до 34 и 35 % соответственно). Среди пыльцы древесных господствуют то сосна *Pinus sylvestris* (до 43 %), то ель *Picea sp.* (около 39 %). Постоянно присутствуют *Betula sect. Albae*, *Betula sect. Fruticosae*, *Betula nana*, *Alnus sp.*, *Alnaster sp.*, *Salix sp.* В составе травянистых растений отмечена пыльца *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Artemisia sp.* (до 19 %), *Chenopodiaceae*. Мезофильное разнотравье довольно разнообразно и представлено семействами *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*, *Asteraceae*, *Cichoriaceae* и другими. В небольшом количестве встречена пыльца *Typha sp.* (рогоз) — растения, живущего в озерах или образующего прибрежные заросли. Среди споровых растений господствует *Sphagnum sp.* (до 52 %). Отмечены папоротники сем. *Polypodiaceae*, плауны: *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *L. annotinum*, а также единичные *Botrychium sp.* и *Selaginella selaginoides*. Широкое развитие на территории получили хвойные леса с участием березы и единичных широколиственных пород. Открытые местообитания были заняты луговой растительностью.

Комплекс IV (инт. глубин 6.05—5.9 м). В общем составе спектра количества пыльцы древесных, травяни-

стых и споровых растений примерно равны, составляя по 30—36 %. Пыльца сосны *Pinus sylvestris* по-прежнему преобладает (около 41 %), а участие *Picea sp.* снижается до 15 %. Значительна доля *Betula sect. Albae* (в среднем 22 %), несколько меньше *Betula sect. Fruticosae* (около 19 %), *Betula nana* составляет более 10 %. Отмечены *Alnaster sp.*, *Salix sp.* Среди травянистых растений велико участие злаков, постоянно присутствуют полыни, маревые, *Ericaceae*, *Cyperaceae*. Разнотравье представлено *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae*, *Campanulaceae*, *Geraniaceae* и *Asteraceae*. Среди споровых господствуют сфагновые мхи, достаточно большое участие папоротников сем. *Polypodiaceae*. Содержание других компонентов невелико.

Комплексы III и IV свидетельствуют о распространении еловых, сосновых лесных группировок с участием березы.

Комплекс V (инт. глубин 5.85—5.75 м). Среди пыльцы древесных растений доминирует пыльца представителей хвойных, в основном за счет пыльцы *Pinus sylvestris* (до 37 %), участие *Picea sp.* постепенно возрастает и составляет около 29 %. Представители мелколиственных пород (*Betula sp.*, *Alnus sp.*, *Alnaster sp.*) встречаются в меньшем количестве. Единична пыльца широколиственных пород (*Tilia sp.*). Отмечены жимолостные *Caprifoliaceae*. В составе пыльцы травянистых растений присутствуют *Ericaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, пыльца ксерофитов (*Artemisia sp.*, *Chenopodiaceae*). Мезофильное разнотравье довольно разнообразно и представлено семействами *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*, *Asteraceae*, *Cichoriaceae* и другими. В небольшом количестве встречена пыльца *Typha sp.* (рогоз) — растения, живущего в озерах или образующего прибрежные заросли. Среди споровых растений господствует *Sphagnum sp.* (до 52 %). Отмечены папоротники сем. *Polypodiaceae*, плауны: *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *L. annotinum*, а также единичные *Botrychium sp.* и *Selaginella selaginoides*. Широкое развитие на территории получили хвойные леса с участием березы и единичных широколиственных пород. Открытые местообитания были заняты луговой растительностью.

Комплекс VI (инт. глубин 5.65—5.6 м). В комплексе присутствует пыльца сосны *Pinus sylvestris* (более 37 %), если *Picea sp.* (около 26 %), бе-

рез: *Betula sect. Albae* (около 23 %), *Betula sect. Fruticosae* (16 %). Участие *Betula nana*, *Alnaster sp.*, *Alnus sp.* единично. Состав травянистых растений сохраняется. Среди споровых господствуют сфагновые мхи, папоротники сем. *Polypodiaceae*. Похолодание отразилось на распространении сосновых, сосново-елово-березовых лесов, из состава которых исчезли широколиственные породы.

Комплекс VII (инт. глубин 5.55—5.45 м). В составе пыльцы древесных доминируют представители хвойных растений. Количество пыльцы *Picea sp.* достигает в среднем 40 %, достаточно велико участие *Pinus sylvestris* — около 33 %. Единично отмечена *Picea sect. Omorica*. Участие пыльцы *Betula sect. Albae*, *Betula sect. Fruticosae*, *Betula nana*, *Alnus sp.*, *Salix sp.* незначительно.

Среди травянистых растений доля злаков, полыней, маревых, вересковых *Ericaceae* невелика. Состав мезофильного разнотравья сохраняется и близок таковому в комплексе VI. Среди споровых господствуют сфагновые мхи (до 58 %). Достаточно велико по сравнению с другими спорами присутствие папоротников из сем. *Polypodiaceae*. Разнообразен состав плаунов *Lycopodium sp.*: *L. clavatum*, *L. complanatum*, *L. annotinum*. Споры *Botrychium sp.*, *Selaginella selaginoides*, *Pteridium sp.* единичны.

Комплекс VIII (инт. глубин 5.4—5.35 м). В общем составе спектра пыльца древесных растений и споры преобладают, присутствуя примерно в равных количествах. Содержание трав возрастает до 23 %. Среди древесных доминируют представители хвойных растений. Доля сосны *Pinus sylvestris* достигает почти 41 %, если *Picea sp.* — около 31 %. Пыльцы *Betula sect. Albae*, *Betula sect. Fruticosae* значительно меньше. Участие *Betula nana*, *Alnus sp.* единично. Состав травянистых растений сохраняет свой видовой состав. Среди споровых по-прежнему господствуют сфагновые мхи, папоротники сем. *Polypodiaceae*.

Комплекс IX (инт. глубин 5.3—5.15 м). В палинологическом спектре преобладают то древесные (до 60 %), то споровые (до 51 %) растения. Участие трав невелико. Среди пыльцы древесных растений по-прежнему доминируют хвойные. Представители сем. *Betulaceae* встречаются в значительно меньшем количестве. Широколиственные породы представлены единичной пыльцой *Carpinus sp.* В составе пыльцы травянистых растений



отмечаются Ericaceae, Poaceae, пыльца ксерофитов (*Artemisia* sp., *Chenopodiaceae*). Мезофильное разнотравье довольно разнообразно. Среди споровых растений господствует *Sphagnum* sp. (до 63 %). Достаточно велико содержание папоротников сем. *Polygoniaceae*. В небольших количествах присутствуют плауны, *Botrychium* sp., *Selaginella selaginoides*.

В это время (комплексы VII—IX) лесная растительность занимала господствующее положение. Широкое развитие получили темнохвойные леса с господством ели и сосны, единичной *Picea* sect. *Omorica* и широколиственными породами.

Комплекс X (инт. глубин 5.05—4.95 м). В составе спектра преобладают споровые растения (около 50 %), несколько меньше отмечается пыльцы древесных пород (около 42 %). Участие трав возрастает до 18 %.

Таким образом, комплексы отражают флору лесного типа в межледниковых условиях. Выделяются два климатических оптимума: нижний оптимум (комплекс V) — с большим участием пыльцы *Pinus sylvestris* и единичными широколиственными породами; верхний климатический оптимум (комплексы VII—IX) с преобладанием пыльцы *Picea* sp., *Pinus sylvestris*, единичной *Picea* sect. *Omorica* и широколиственными породами.

Анализ нового и известного из литературных источников палинологического материала позволил реконструировать климатические показатели оптимумов чирвинского возраста. В это время температуры июля на севере региона были на 2—4 °C выше нынешних, и составляли 14—16 °C. В южных районах региона среднеиюльские температуры достигали 16—18 °C, что выше современных на 1—2 °C. В теплое время количество осадков на всей территории Тимано-Печоро-Вычегодского региона составляло 255 мм, в холодное время оно не превышало 50—75 мм, в восточном направлении возрастало до 175 мм [3].

В родионовскую межледниковую эпоху в Тимано-Печоро-Вычегодском регионе формировались преимущественно континентальные отложения (аллювиальные и озерные), распространенные повсеместно, тогда как морские отложения родионовского возраста мощностью до 40 м установлены лишь в северных районах. Мощность родионовских озерных отложений составляет до 30 м, подошва их в пределах Печорской низменности ле-

жит на абс. отметках 40—85 м. Они практически повсеместно перекрывают печорский тилл и из всех межморенных горизонтов изучены наиболее детально. Формирование этих отложений связано с родионовским временем, что подтверждается весьма характерными спорово-пыльцевыми спектрами [8], а также залеганием их между верхнепечорским и нижневычегодским перигляциальным аллювием, датированным по остаткам мелких млекопитающих. Стратотипом этого межледникового является обн. 211-Родионово на средней Печоре [10, 11].

Озерные отложения родионовского возраста (Q_{II}^{3g}) по гранулометрическому составу весьма разнообразны и представлены глинами, алевритами, суглинками, песками мелко- и среднезернистыми, иногда разнозернистыми с незначительной примесью гравийного материала ($d_{cp} = 0.006$ —0.098 мм). Преобладают отложения темно-серой окраски с синеватым либо буровато-желтоватым оттенками. Осадки от слабо- до среднесортированных: $S_c = 0.28$ —0.59 с низкой суммарной карбонатностью. Однако для озерных отложений, выступающих в обн. 8 на р. Сейде, характерно высокое содержание карбонатного материала (в среднем 10.8 %), что, по-видимому, связано с подстилающим их печорским тиллом, суммарная карбонатность которого достигает 17.5 %.

Содержание тяжелых минералов в озерных родионовских отложениях на севере Печорской низменности весьма изменчиво: от мизерных 0.03—0.08 % (в скв. 301-Кушшор и в обн. 8-Сейда) до 1.01 % (в скв. 4-Г на правобережье р. Усы). Меняется на площади и состав минеральных спектров, но основу их везде составляет эпидот — 30—42 %, причем его максимальные концентрации приурочены к центру Большеземельской тундры — бассейну р. Лаи. В береговых обнажениях р. Лаи на эпидот приходится 42 % тяжелой фракции, на титановые минералы (рутин, титанит, лейкоксен) — 13.6 %, близкие значения имеют амфиболы (12.3 %) и гранаты (10.2 %). Концентрация гранатов в регионе варьируется в широких пределах: от 10.2 % в долине Лаи до 35 % в озерных осадках скв. 4-Г. В бассейне р. Ижмы выход тяжелой фракции понижен — 0.29 %, характеризуется она гранат (21.7 %)-эпидот (22.3 %)-амфиболовой (33.4 %) минеральной ассоциацией. Еще южнее, в разрезах р. Вычегды, тяжелая фракция, содержание ко-

торой составляет 0.63 %, представлена в почти равных соотношениях гранатами (21.3 %), эпидотом (22.7 %) и амфиболами (22.9 %). Общим для озерных отложений Ижмы и Вычегды является полное отсутствие пириита и сидерита и равные повышенные содержания ильменита (8.1 %).

Родионовские озерные межледниковые отложения были выделены и изучены палинологическим методом в 14 разрезах. Кроме обн. 211-Родионово на средней Печоре они установлены в скв. 341 на междуречье рек Лаи и Юрьихи в центре Большеземельской тундры [12], в обн. 21 (1110) в среднем течении р. Шапкиной [5], в скв. 21 на водоразделе рек Пинеги и Илеши [2], в обн. 20 на правобережье Лаи в ее среднем течении, в обн. 437 на р. Адзьве близ ее устья, в скв. 611 в бассейне р. Колвы, в обн. 205-Усть-Пожег на нижней Вычегде [8], в обн. 8 на р. Сейде [1], в северо-западном Притайманье в скв. 502 и 3 [14], в скв. 754 и 755 [15], на р. Морею в обн. 908.

Спорово-пыльцевые спектры изучены в озерных осадках из подморенной толщи в обн. 1110 (обн. 21 по предшественникам) на р. Шапкиной (инт. глубин 14.65—10.75 м). Здесь на светло-серых песках мощностью 1 м залегают криотурбированные глины (0.7 м) с гнездами песка и включениями огумусированного материала. Их перекрывает оторфованная глина (0.5 м) с прослойями торфа. Выше по разрезу залегает сизая глина, постепенно переходящая в плотные супеси с включениями торфа (0.8 м). Еще выше лежит песок бурый глинистый (1 м). На палинологической диаграмме (рис. 3) выделены пять палинокомплексов, отражающих следующую смену растительности.

Комплекс I (инт. глубин 14.65—14.5 м) указывает на развитие бересово-сосновых и бересово-еловых лесов с примесью широколиственных пород в умеренно-теплом климате. В составе лесов доминирует пыльца березы дрревовидной (73 %), значительно участие ели и сосны обыкновенной. Отмечена единичная пыльца сибирского кедра, широколиственных пород: дуба, вяза, граба. Состав травянистых растений разнообразен: преобладает Сурегасеae, встречены Poaceae, Ericaceae, Rosaceae, Polygonaceae, Caryophyllaceae, Asteraceae и др. В группе споровых доминируют сфагнум и папоротники.

Комплекс II (инт. глубин 14.5—14 м) отражает похолодание климата

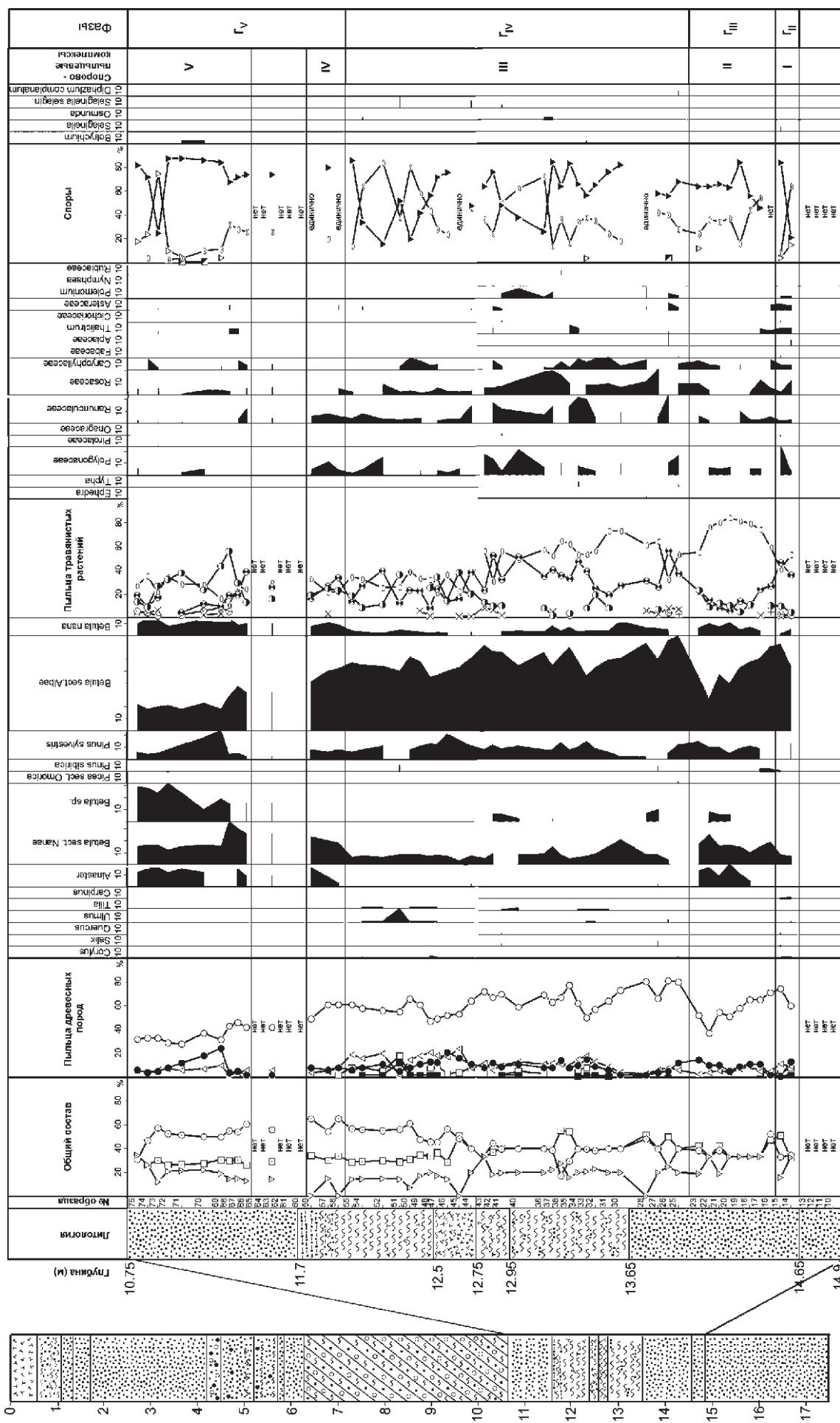


Рис. 3. Споро-пыльцевая диаграмма отложений в обнажении 1110, р. Шапкина. Условные обозначения — на рис. 2

Fig. 3. The spore-pollen diagram of sediments from section 10, the Shapkina River. Legend in — Fig. 2



и развитие редколесий, образованных березой с участием сосны и ели, большое распространение получили кустарниковые и болотные ассоциации. Увеличилась роль гипоарктических элементов: *Betula nana* до 10 %, появился *Alnaster fruticosus* (до 16 %). Исчезла пыльца широколиственных пород. Произошло обеднение разнообразия травянистых растений.

Комплекс III (инт. глубин 14—12 м) свидетельствует о довольно теплом и влажном климате. В это время происходило развитие березово-еловых лесов с примесью сосны и широколиственных пород. Доминировала пыльца древовидной берескы (до 80 %), возросло участие ели, появилась пыльца ольхи (до 10 % в некоторых образцах). Единично встречена ель sect. *Omorica* и неморальные *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Carpinus* sp., *Corylus* sp. Состав травянистых растений разнообразен: наряду с ксерофитами (*Chenopodiaceae*, *Artemisia* sp.) отмечены мезофильные и водные растения (сем. *Nymphaeidae*). Встречены *Osmunda* sp., *Diphazium complanatum*.

В составе комплекса IV (инт. глубин 12—11.75 м) роль травянистых растений возросла до 65 %. В составе дрепесной растительности сократилось количество пыльцы древовидной берескы и возросла доля карликовой (до 23 %). Снизилось участие ели, сосны, исчезла пыльца *Picea* sect. *Omorica*, широколиственных пород. Вновь появился ольховник. Видовой состав травянистых беден, среди них преобладали *Cyperaceae*, *Poaceae*. Среди спор доминировали сфагновые мхи. Комплекс отражает формирование березово-еловых редколесий, кустарниковых группировок и болот. Происходило общее похолодание климата.

Комплекс V (инт. глубин 11.45—10.75 м) отражает дальнейшее похолодание и развитие редколесий, образованных березой. Увеличилась роль гипоарктических элементов. Широкое распространение получили болотно-тундровые формации.

Полученные спорово-пыльцевые комплексы в целом характеризуют растительность межледниковых с двумя климатическими оптимумами (комплексы I и III). Особенности флоры, а также присутствие пыльцы *Picea* sect. *Omorica* свидетельствуют о формировании этой части разреза в родионовское межледникование. Палинологические комплексы указывают, что во время климатических оптимумов на севере Тимано-Печоро-Вычег-

одского региона предположительные среднеилюльские температуры были на 4 °C выше современных, достигая 14—16 °C. На юге Республики Коми температуры июля составляли 16—18 °C, что тоже выше современных температур на 1—2 °C. Количество осадков на всей территории исследований в теплое время составляло 300—400 мм, в холодное время уменьшалось до 175—200 мм [3].

Выводы

Гранулометрический состав озерных отложений изменчив, что, вероятно, обусловлено формированием их в разных частях озера: субаквальные глины и алевриты отложены в глубокой части, пески и галечно-гравийные отложения — в более мелководных частях озера.

Несмотря на некоторые изменения минерального состава озерных отложений на площади, в разрезе он достаточно однообразен. По-видимому, это обусловлено местоположением областей сноса и постоянством условий седиментации на протяжении всего времени формирования осадочной толщи.

В среднем неоплейстоцене во время чирвинского межледникового климата в регионе был теплым, с двумя климатическими оптимумами. Во время первого оптимума климат был более теплым и влажным, чем сейчас, произрастали еловые и пихтово-еловые леса с примесью сосны и берескы, широколиственные составляли до 10 %. Второй оптимум был более сухим и прохладным, а широколиственные и экзоты присутствовали в виде примесей. В заключительные фазы межледниковых природные ландшафты имели облик тундры.

Для родионовского межледниковаха характерны также два климатических оптимума. Условия первого климатического оптимума были менее влажными, чем в чирвинское время. Он был более теплым и влажным по сравнению даже с оптимумом голоценна. Второй оптимум более прохладный и ксерофильный, в это время территория покрылась темнохвойными лесами типа южной тайги с широколиственными и экзотическими породами. Очередное ухудшение климата характеризуется бересковым редколесием, а затем тундрой.

Литература

1. Андреичева Л. Н., Дурягина Д. А. Новые данные по стратиграфии сред-

него плейстоцена Печорской низменности // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: новые результаты и новые перспективы: Материалы XIII геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар, 1999. Т. II. С. 184—187. 2. Андреичева Л. Н., Коноваленко Л. А. Строение и условия формирования плейстоценовых отложений в Юго-Западном Притайманье // Биостратиграфия фанерозоя Тимано-Печорской провинции. Сыктывкар, 1989. С. 75—84. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрОАН СССР; Вып. 73). 3. Андреичева Л. Н., Братушак Ю. В., Марченко-Багапова Т. И. Развитие природной среды и климата в плейстоцене и голоцене на севере Европейской России. Сыктывкар: Геопринт, 2006. 23 с. 4. Белкин В. И., Рязанов И. В. Понятие и меры гранулометрической сортированности и однородности // Тезисы V Коми республ. науч. молод. конф. Сыктывкар. 1972. С. 184—185. 5. Гуслицер Б. И., Дурягина Д. А., Кочев В. А. Возраст рельефообразующих морен в бассейне нижней Печоры и граница распространения последнего покровного ледника // Расчленение и корреляция фанерозойских отложений Европейского Севера СССР. Сыктывкар, 1985. С. 97—107. (Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР; Вып. 54). 6. Гуслицер Б. И., Лосева Э. И. Верхний кайнозой Печорской низменности. Сыктывкар, 1979. 44 с. (Сер. препринтов «Науч. докл.» / АН СССР, Коми фил.; Вып. 43). 7. Дурягина Д. А. Климат и растительность чирвинского (лихвинского) межледниковых крайнего северо-востока европейской части СССР // Палинологические таксоны в биостратиграфии: Тез. докл. Всесоюз. палинол. конф. М., 1985. Ч. 1. С. 71—73. 8. Дурягина Д. А., Коноваленко Л. А. Палинология плейстоцена северо-востока европейской части России. СПб.: Наука, 1993. 124 с. 9. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М., 1958. 191 с. 10. Коноваленко Л. А. Климат и растительность шкловского межледникового на средней Печоре по палинологическим данным // Расчленение и корреляция фанерозойских отложений Европейского Севера СССР. Сыктывкар, 1985. С. 108—114. (Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР; Вып. 54). 11. Лосева Э. И., Дурягина Д. А. Результаты комплексного изучения опорного разреза плейстоценовых отложений на средней Печоре у дер. Родионово // Геология и палеонтология плейстоце-



на северо-востока европейской части СССР. Сыктывкар, 1973. С. 20–38. (Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР; Вып. 16). **12.** Лосева Э. И., Дуригина Д. А. Плейстоценовые отложения юга Большеземельской тундры (междуречье Лай и Юрьихи) // Фанерозой севера европейской части СССР. Сыктывкар, 1980. С. 96–117. (Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР; Вып. 33). **13.** Лосева Э. И., Дуригина Д. А. Расчленение четвертичной толщи в районе Хайпудырской губы по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализов // Стратиграфия и палеоэкология палеозоя и кайнозоя северо-востока европейской части СССР. Сыктывкар, 1987. С. 4–16. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО АН СССР; Вып. 62). **14.** Лосева Э. И., Дуригина Д. А. Расчленение четвертичной толщи в северо-западном Притиманье // Биостратиграфия фанерозоя Тимано-Печорской провинции. Сыктывкар, 1989. С. 62–74. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО АН СССР; Вып. 73). **15.** Лосева Э. И., Дуригина Д. А., Андреичева Л. Н. Средний плейстоцен центральной части Большеземельской тундры // Фанерозой Европейского Севера России. Сыктывкар, 1992. С. 113–123. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН; Вып. 75).

References

1. Andreicheva L. N., Duryagina D. A. *Novye dannye po stratigrafiy srednego pleistotsena Pechorskoi nizmennosti* (New Data on Stratigraphy of Middle Pleistocene of Pechora Depression). *Geologiya i mineralnye resursy evropeiskogo severo-vostoka Rossii: novye rezul'taty i novye perspektivy: Materialy XIII geol. s'ezda Respubliki Komi.* (Geology and Mineral Resources of European North-East of Russia: New Results and New Perspectives), V II, Syktyvkar, 1999, pp. 184–187.
2. Andreicheva L. N., Konovalenko L. A. *Stroenie i usloviya formirovaniya pleistotsenoviy otlozhenii v yugo-zapadnom Pritimane* (Structure and formation conditions of Pleistocene South-West Timan Region). *Biostratigrafiya fanerozooya Timano-Pechorskoi provintsii* (Biostratigraphy of Phanerozoic Timan-Pechora Province). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 73, 1989, pp. 75–84.
3. Andreicheva L. N., Bratushchak Yu. V., Marchenko-Vagapova T. I. *Razvitiye prirodnoi sredy i klimata v pleistotsene i golotsene na severe Evropeiskoi Rossii* (Development of Natural Environment and Climate in Pleistocene and Holocene in Northern European Russia). Syktyvkar: Geoprint, 2006, 23 pp.
4. Belkin V. I., Ryazanov I. V. *Ponyatiye i mery granulometricheskoi sortirovaniyi i odnorodnosti* (Definition and measures of Granulometric Sorting and Homogeneity). *Tezisy V Komi respubl. nauch. molod. Konf* (Abstracts of Papers of 5th Komi Republic. Scien. Youth Conf.). Syktyvkar, 1972, pp. 184–185.
5. Guslitser B. I., Duryagina D. A., Kochev V. A. *Vozrast rel'efoobrazuyushchih moren v basseine nizhnei Pechory i granitsa rasprostraneniya poslednego pokrovnogo lednika* (Age of Relief-forming morains in Lower Pechora Basin and Boundary of Last Glaciation). *Raschlenenie i korrelyatsiya fanerozoiskih otlozhenii evropeiskogo Severa SSSR* (Division and correlation of Phanerozoic European North of the USSR). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 54, 1985, S. 97–107.
6. Guslitser B. I., Loseva E. I. *Verhnii kainozoi Pechorskoi nizmennosti* (Upper Cenozoic Pechora Depression). *Science reports*, No. 43, Syktyvkar, 1979. 44 pp.
7. Duryagina D. A. *Klimat i rastitelnost chirvinskogo (likhvinskogo) mezhdlednikov'ya krainego Severo-Vostoka evropeiskoi chasti SSSR* (Climate and Vegetation of chirvinsky (likhvinsky) interglacier period of Extreme North-East of European Part of the USSR). *Palinologicheskie taksony v biostratigrafiy: Tez. dokl. V Vsesoyuz. palinol. Konf* (Palynological taxons in biostratigraphy: abstracts of papers of 5th All-Russian palynological conference), Part 1, Moscow, 1985, pp. 71–73.
8. Duryagina D. A., Konovalenko L. A. *Palinologiya pleistotsena Severo-Vostoka evropeiskoi chasti Rossii* (Palynology of Pleistocene North-East European Russia). Saint-Petersburg: Nauka, 1993, 124 pp.
9. Kachinskii N. A. *Mehanicheskii i mikroaggregatnyi sostav pochvy, metody ego izucheniya* (Mechanical and Micro-aggregate Composition of Soil, Methods of Study). Moscow, 1958, 191 pp.
10. Konovalenko L. A. *Klimat i rastitelnost shklovskogomezhdlednikov'ya na srednei Pechore po palinologicheskim dannym* (Climate and Vegetation of Shklovsky Interglacier period at Middle Pechora According to Palynology). *Raschlenenie i korrelyatsiya fanerozoiskih otlozhenii Evropeiskogo Severa SSSR* (Division and correlation of Phanerozoic European North of the USSR). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 54, 1985, pp. 108–114.
11. Loseva E. I., Duryagina D. A. *Rezul'taty kompleksnogo izucheniya opornogo razreza pleistotsenoviy otlozhenii na srednei Pechore under. Rodionovo* (Results of Complex Study of Reference Section of Pleistocene Middle Pechora near Village of Rodionovo). *Geologiya i paleontologiya pleistotsena Severo-Vostoka evropeiskoi chasti SSSR* (Geology and Paleontology of Pleistocene North-East European USSR). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 16, 1973, pp. 20–38.
12. Loseva E. I., Duryagina D. A. *Pleistotsenovye otlozheniya yuga Bolshezemelskoi tundry (mezhdureche Lai i Yuryah)* (Pleistocene Southern Bolshezemelskaya Tundra (Interfluve of Lai and Yuryakh)). *Fanerozoii Severa evropeiskoi chasti SSSR* (Phanerozoic Northern European USSR). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 33, 1980, pp. 96–117.
13. Loseva E. I., Duryagina D. A. *Raschlenenie chetvertichnoi tolschi v raione Haipudyrskoi guby po dannym sporovo-pyltsevogo i diatomovogo analizov* (Division of Quaternary Strata in Khaypudyrskaya Bay According to Spore-Pollen and Diatom Analyses). *Stratigrafiya i paleoekologiya paleozoya i kainozoya Severo-Vostoka evropeiskoi chasti SSSR* (Stratigraphy and Paleoecology of Paleozoic and Cenozoic of North-East European USSR). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 62, 1987, pp. 4–16.
14. Loseva E. I., Duryagina D. A. *Raschlenenie chetvertichnoi tolschi v severo-zapadnom Pritimane* (Division of Quaternary Strata in North-Eastern Timan Region). *Biostratigrafiya fanerozooya Timano-Pechorskoi provintsii* (Biostratigraphy of Phanerozoic of Timan-Pechora Province). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 73, 1989, pp. 62–74.
15. Loseva E. I., Duryagina D. A., Andreicheva L. N. *Srednii pleistotsen tsentralnoi chasti Bolshezemelskoi tundry* (Middle Pleistocene of Central Part of Bolshezemskaya Tundra). *Fanerozoii evropeiskogo severa Rossii* (Phanerozoic European Northern Russia). Syktyvkar: Institute of Geology, No. 75, 1992, pp. 113–123.

Рецензент

к. г.-м. н. В. В. Колька



УДК 550.93 (234.83)

ВОЗРАСТ МОНАЦИТОВ ЖИЛЬНОЙ СЕРИИ ЧЕТЛАССКОГО КОМПЛЕКСА (СРЕДНИЙ ТИМАН): Th-U-Pb-ДАННЫЕ



О. В. Удоратина¹, А. А. Вирюс², И. В. Козырева¹, И. В. Швецова¹, В. А. Капитанова¹

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
udoratina@geo.komisc.ru

²Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка
mukhanova@iem.ac.ru

Установлен возраст монацитов из пород жильной серии Новобобровского рудного поля (Средний Тиман). Полученные данные подтверждают, что породы жильной серии, несущие комплексную редкометалльно-редкоземельную минерализацию, близки по времени образования к вендинским магматическим породам (пикритам и карбонатитам четласского комплекса), с которыми связаны генетически.

Ключевые слова: монацит, Th-U-Pb-метод, Средний Тиман.

Th-U-Pb-AGE OF MONAZITE VEIN SERIES OF CHETLASSKY COMPLEX (NOVOBOBROVSKOE ORE FIELD, MIDDLE TIMAN)

O. V. Udaratina¹, A. Viryus², I. V. Kozyreva¹, I. V. Shvetsova¹, V. A. Kapitanova¹

¹Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar
²Institute of Experimental Mineralogy of RAS, Chernogolovka

The age for monazite (552 ± 31 Ma, Th-U-Pb, CHIME) from the rocks vein series of Novobobrovskoe ore field (Middle Timan) has been determined. These data confirm that the rock vein series, bearing complex rare-metal-rare earth mineralization (columbite, monazite, xenotime, rare earth carbonates), are close to the time of formation of Vendian magmatic rocks (picrites and carbonatites of the Chetlassy complex (Middle Timan)), which are genetically related.

Keywords: monazite, Th-U-Pb-method, Middle Timan.

Введение

В бассейнах рек Косью и Бобровая на Среднем Тимане вскрываются щелочно-ультраосновные породы и связанные с ними метасоматиты, маркирующие широтные разломы. Распространены пикриты, карбонатиты, разнопроявленные фениты, как меланократовые, так и лейкократовые, а также жильные образования [8, 9]. Четласский комплекс дайковых ультраосновных пород близок ранним и средним стадиям автономных пикрит-лампрофировых серий, ассоциирующихся с ультраосновными щелочными комплексами, и имеет свою специфику, связанную с отсутствием фельшпатолитов и присутствием кимпикритов и

айликитов [5–6]. Комплексная редкометалльно-торий-редкоземельная минерализация в основном связана с породами жильной серии и рассматривается в ранге рудных полей (и участков). С юга на север это Щугорское → Мезенское (Мезенское и Нижнее Мезенское) → Косьюское (Косью) → Бобровское (Бобровское и Нижнее (Новое) Бобровское) → Октябрьское (Верхнее (Старое) Бобровское и Октябрьское). В таком же направлении убывает глубина вскрытия пород.

Изучены редкоземельные минералы гидротермально-метасоматических пород жильной серии карбонатитов, развитых в пределах Новобобровского участка (рис. 1).

Гидротермально-метасоматические породы (гетит-полевошпатовые и кварц-гетит-гематитовые), как и магматиты, приурочены к разломам северо-восточного заложения. Участки их локализации — это метасоматически преобразованные зоны вмещающих пород — фениты. В жилах редкометалльно-редкоземельные минералы образуют достаточно крупные выделения. Редкоземельные минералы представлены монацитом, ксенотитом, редкоземельными карбонатами [2, 10–12, 16].

Методы исследования

Кристаллы монацитов из пород жильной серии (авторские коллекции И. В. Швецовой, Б. А. Яцкевича) изу-

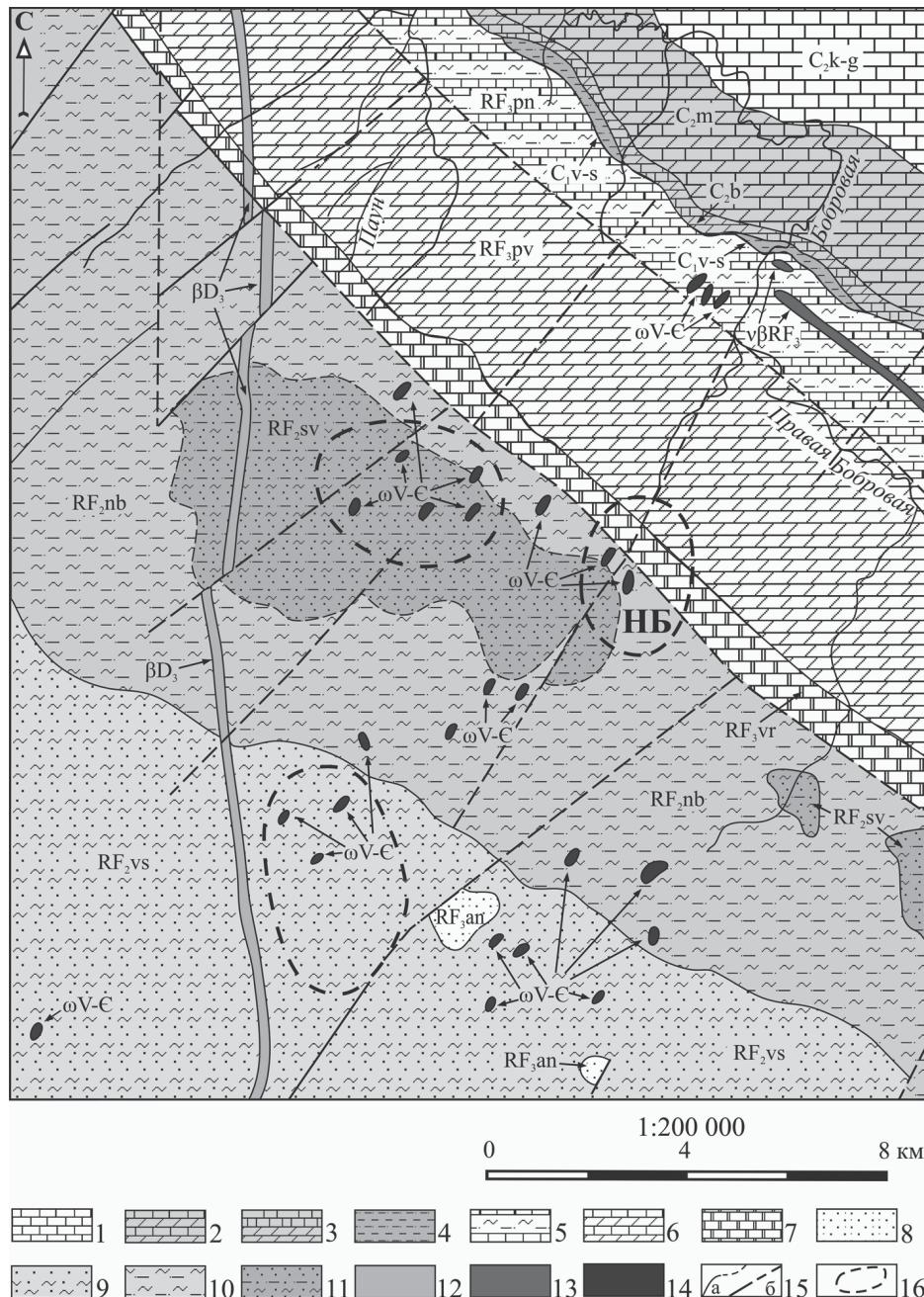


Рис. 1. Геологическая карта южной части Четласского Камня по материалам Ухтинской ГРЭ. Условные обозначения: 1 – C_3k-g касимовский – гжельский ярусы (известняки доломитизированные); 2 – C_2m московский ярус (известняки доломитизированные, известняки); 3 – C_2b башкирский ярус (известняки, доломитизированные известняки); 4 – C_1v-s визейский и серпуховский ярусы (аргиллиты, глины, алевролиты, известняки доломитизированные); 5 – RF₃pn паунская свита (сланцы, алевролиты, известняки, доломиты); 6 – RF₃pv павьюганская свита (доломиты, известняки); 7 – RF₃vr ворыквинская свита (доломиты, известняки, сланцы, мергели); 8 – RF₃an аньюгская свита (гравелиты, кварцитопесчаники, сланцы); 9 – RF₂vs визингская свита (кварцитопесчаники, сланцы, алевролиты, редко туффиты); 10 – RF₂nb новобобровская свита (сланцы, алевролиты); 11 – RF₂sv светлинская свита (кварцитопесчаники, алевролиты, сланцы, редко гравелиты); 12 – позднедевонские интрузии (базальты, долериты); 13 – позднерифейские интрузии (метабазальты, метадиабазы, метагаббродиабазы); 14 – вендинские или кембрийские интрузии (флогопит-пироксеновые пикриты, субщелочные оливиновые диабазы, кумулативные дуниты, верлиты); 15 – а) границы между разновозрастными образованиями (достоверные и предполагаемые), б) тектонические контакты (достоверные и предполагаемые); 16 – области развития метасоматических пород с редкоземельно-редкometалльным оруднением. НБ – Новобобровское рудное поле

Fig. 1. Geological map of the southern part of Chetlassky Stone (materials of Ukhta GRE). Legend: 1 – S_3k-g kasimovsky-gzhel stages (dolomitic limestone); 2 – C_2m moscow stage (dolomitic limestone, limestone); 3 – C_2b bashkirian (limestone, dolomite limestone); 4 – C_1v-s visean tiers and serpukhov (argillites, clay, siltstone, dolomitic limestone); 5 – RF₃pn paunskaya formation (shale, siltstone, limestone, dolomite); 6 – RF₃pv pavyuganskaya formation (dolomite, limestone); 7 – RF₃vr vor'ykvinskaya formation (dolomite, limestone, shale, marl); 8 – RF₃an anyugskaya formation (grits, quartzite, sandstone, shale); 9 – RF₂vs vizingskaya formation (quartzite-sandstones, shales, siltstones, rarely tuffites); 10 – RF₂nb novobobrovskaya formation (shale, siltstone); 11 – RF₂sv svetlinskoye formation (quartzite, sandstone, siltstone, shale, rare grits); 12 – late devonian intrusions (basalt, dolerite); 13 – late riphean intrusion (metabasalts, metadiabases, metagabbrodiabaz); 14 – vendian and cambrian intrusion (phlogopite-pyroxeenous picrites, sub-alkaline olivine diabase, kumulativnye dunite, wehrlites); 15 – a) – boundaries between different age formations reliable and expected, b) – tectonic contacts reliable and prospective; 16 – development of metasomatic rocks with rare-earth-rare metal mineralization. NB – Novobobrovskoe ore field



чены на сканирующем электронном микроскопе JSM-6400 с энергодисперсионным спектрометром ISIS Link и волновым спектрометром Microspec в ИГ Коми НЦ УрО РАН; для датирования выбрана проба № 460.

Для получения катодолюминесцентных изображений монофракция циркона интегрировалась в эпоксидную шашку и исследовалась в центре SUMAC Стэнфордского университета и Геологической службы США на сканирующем электронном микроскопе Jeol 5600.

Кристаллы и зерна монацита для геохронологических исследований были нанесены на двусторонний скотч,

анализ выполняли в ИЭМ РАН (г. Черноголовка) на растровом электронном микроскопе Tescan Vega II XMU с энергодисперсионным (INCAx-sight) и волновым (INCA wave 700) рентгеновскими спектрометрами при ускоряющем напряжении 20 кВ; ток зонда 200 нА, угол отбора рентгеновского излучения 35°. Th, U, Pb в монацитах определяли с помощью волнового спектрометра.

Возраст минералов рассчитывали методом CHIME (chemical Th–U-total Pb isochron method) [15] по результатам электронно-зондового рентгеноспектрального определения Th, U, Pb. Для построения изохроны использовали программу Isoplot 3.66 [14].

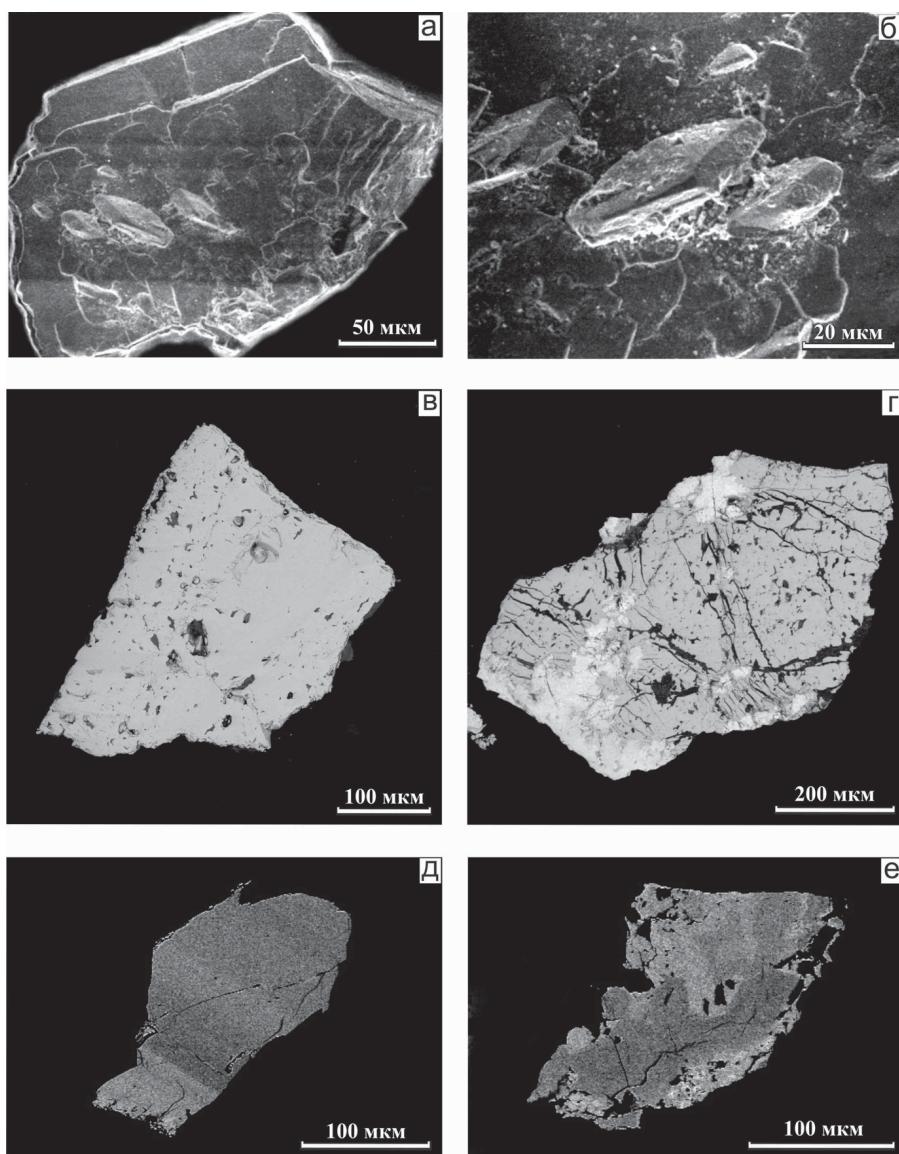


Рис. 2. Монацит, изображения во вторичных электронах: а — пластинчатый кристалл, б — ромбоэдрические субиндивидуи второй генерации на пинакоиде пластинчатого кристалла (деталь а), в—г — примеры проанализированных зерен в упруго отраженных электронах (г — светлое — торит), д—е — катодолюминесцентные изображения зональности в монацитах

Fig. 2. Monazite in secondary electron images: a — lamellar crystals, б — a detail, see the rhombohedral subindividuals of the second generation on pinacoid of crystal plate, в—г — examples of grains analyzed in elastically scattered electrons (г — light — torite), д—е — cathodoluminescent imaging of zoning in monazite

Результаты

Монацит образует кристаллы и наблюдается в виде мелких включений в различных минералах (рис. 2, а, б). Кристаллы моноклинной сингонии имеют пинакоидальный облик, уплощены по {100}, спайность совершенная по {001}, окраска желто-коричневая. Для монацитов характерен гетеровалентный изоморфизм с Th, $(2\text{Ce}^{3+}\text{P}^{5+} \leftrightarrow \text{Th}^{4+}\text{Si}^{4+})\text{Th}[\text{SiO}_4]$). Монацит наблюдается нередко в срастании с торитом (рис. 2, в, г) и имеет скрытую зональность (рис. 1, д, е), обусловленную неравномерным распределением элементов.

Монацит, встречающийся в жилах и ассоциирующий с Mn-колумбитом, содержит (мас. %): La_2O_3 на уровне 8, Ce_2O_3 — 26—28, Nd_2O_3 — 16—18, ThO_2 на уровне 5 (рис. 3). Таким образом, в монаците резко преобладает церий, наблюдается высокое содержание неодима и постоянное присутствие тория, а вот содержание стронция значительно варьирует в составе даже одного зерна.

Изученные монациты жильной серии отличаются от таковых в карбонатитах. По данным Н. С. Ковальчук с соавторами [3—4], монациты из карбонатитов на микроуровне образуют различные выделения в виде мелких зерен размером несколько мкм, формируют различные агрегаты и наблюдаются в различных минеральных ассоциациях. По химическому составу они подразделены на три группы по преобладающему катиону: 1 тип ($\text{La}_2\text{O}_3 \geq \text{Ce}_2\text{O}_3$), 2 тип ($\text{La}_2\text{O}_3 = \text{Ce}_2\text{O}_3$), 3 тип ($\text{Ce}_2\text{O}_3 > \text{La}_2\text{O}_3$). Наблюдаемый рой точек (рис. 3) исследуемых монацитов (полностью) и поле точек составов монацитов из карбонатитов (частично) перекрываются полем составов монацитов из россыпи Ичетью [5]. Предположительно монациты из карбонатитов и кварц-гетитовых жил размывались и накапливались в россыпи.

Нами проведено определение возраста монацитов из жил Новобобринского рудного поля (см. таблицу). Значения точечных Th-U-Pb-возрастов монацитов лежат в интервале 450—600 млн лет, погрешность определения (по 2σ -критерию) порядка ± 92 млн лет. Средневзвешенная величина точечного Th-U-Pb-возраста монацитов составила (527 ± 12) млн лет (рис. 4, а). Возраст монацитов, полученный методом построения изохроны $\text{ThO}_2^* - \text{PbO}$, составил (552 ± 31) млн лет (рис. 4, б). Полученные значения абсолютного датиро-

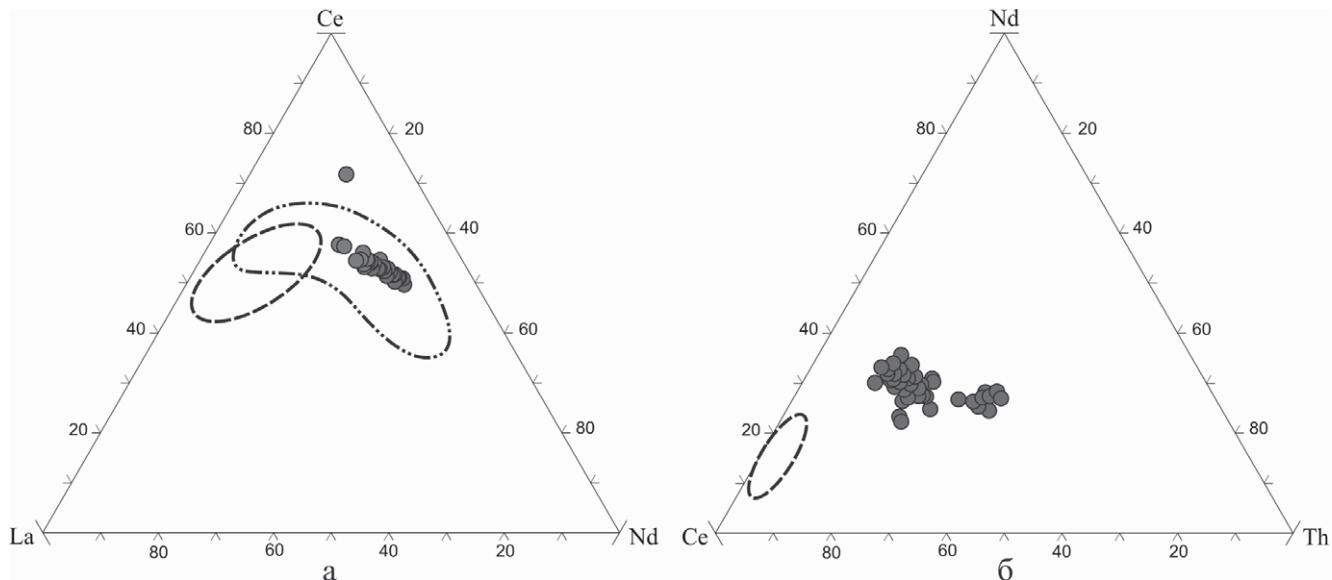


Рис. 3. Диаграмма La–Ce–Nd и Ce–Nd–Th для исследованных монацитов. Поля, выделенные пунктирной линией, — монациты карбонатитов [3, 4], штрих-пунктирная линия — монациты из россыпи Ичетью [5]

Fig. 3. Diagram of La–Ce–Nd and Ce–Nd–Th for the studied monazite. Fields highlighted with a dotted line — monazite carbonatites [3, 4], dash-dot line — from monazite Ichetu placer [5]

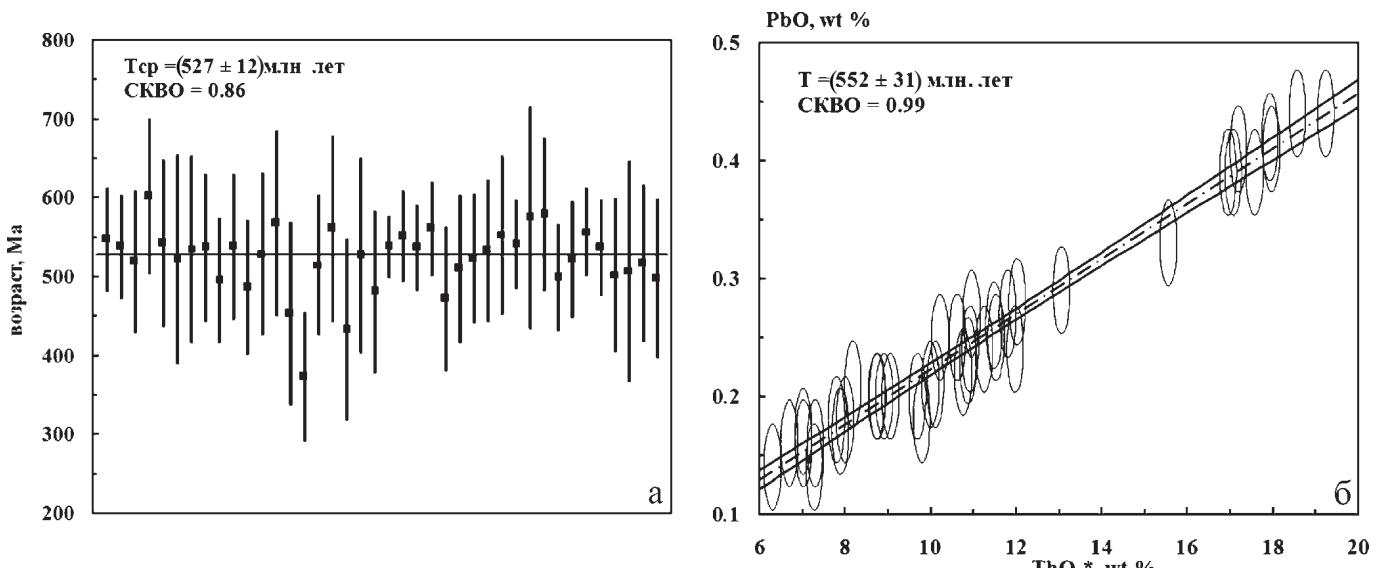


Рис. 4. Геохронологические данные по монацитам (обр. 460): а — разброс значений точечных Th-U-Pb-возрастов и их средневзвешенная величина; б — ThO_2^* - PbO -изохона. Эллипсы — значения погрешности 2σ при электронно-зондовом определении Th, U, Pb, штрих-пунктир — линия регрессии (изохроны) с двумя симметричными гиперболами, фиксирующими погрешности

Fig. 4. Geochronological data on monazite (sample 460): a — variations in the point Th-U-Pb-ages and their weighted average; b — ThO_2^* - PbO -isochrone. Ellipses — error values 2σ with electron microprobe determination of Th, U, Pb, dot-dash — regression line (isochrones) with two symmetrical hyperbolae

вания имеют относительно большую погрешность, что связано как с неоднородным составом монацитов, так и с особенностями выбранного метода.

Выводы

Согласно K-Ar-данным В. Л. Андричева и В. И. Степаненко [1], магматические породы (пикриты и карбонатиты) характеризуются широким разбросом цифр абсолютного возраста от 660 до 555 млн лет. Принятый возраст

формирования пород комплекса, установленный статистическим и изохронным методом, — $(600 \pm 15(30))$ млн лет. Полученный нами Ar-Ar-возраст по флогопиту из щелочных пикритов ранневенденский, составляет (598.1 ± 6.2) млн лет [13] и также подтверждает плюмовый импульс [8] на окраине Восточно-Европейского континента. Полученные данные по монацитам (552 ± 31) млн лет имеют с учетом погрешности раннепоздневенденский возраст. Таким образом, породы жильной

серии, несущие минерализацию, сформированы позже пикритов, но, как мы полагаем, связаны с ними и комплексом карбонатитов генетически.

Имеющиеся геохронологические данные по монацитам россыпи Ичетью (Средний Тиман) получены также методом CHIME [5], авторами выделено не менее трех коренных источников сноса для формирования россыпи, возрасты отличаются от полученных нами.



Результаты исследований монацитов (обр. 460)

Results of monazite studies (sample 460)

№	ThO ₂ *	PbO	Возраст, млн лет	Формулы монацитов
1	12.02	0.28	547	Ce _{0.37} Nd _{0.23} Th _{0.11} La _{0.10} Pr _{0.05} Sm _{0.04} Ca _{0.03} Gd _{0.01} Tb _{0.01} Dy _{0.01} Eu _{0.01} Lu _{0.01} Pb _{0.01} U _{0.01}) _{1.00} ×(P _{0.97} Si _{0.03}) _{1.00} O ₄
3	11.80	0.27	538	(Ce _{0.38} Nd _{0.24} Th _{0.11} La _{0.11} Pr _{0.05} Sm _{0.05} Ca _{0.03} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Dy _{0.01} Pb _{0.01} U _{0.01}) _{1.03} ×(P _{0.96} Si _{0.02}) _{0.98} O ₄
4	9.06	0.20	519	(Ce _{0.38} Nd _{0.25} La _{0.10} Th _{0.08} Pr _{0.06} Sm _{0.06} Ca _{0.03} Gd _{0.02} Dy _{0.02} Tb _{0.01} Eu _{0.01} Yb _{0.01} Pb _{0.01} U _{0.01}) _{1.05} ×(P _{0.98} Si _{0.001}) _{0.98} O ₄
8	8.18	0.21	602	(Ce _{0.40} Nd _{0.25} La _{0.11} Th _{0.07} Pr _{0.06} Sm _{0.05} Ca _{0.04} Gd _{0.01} Dy _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.002} Lu _{0.002} Pb _{0.002} Yb _{0.001} U _{0.001}) _{1.02} P _{0.99} O ₄
9	7.80	0.18	542	(Ce _{0.40} Nd _{0.23} La _{0.12} Th _{0.07} Pr _{0.06} Sm _{0.05} Ca _{0.03} Dy _{0.02} Gd _{0.01} Eu _{0.007} Tb _{0.003} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{1.01} ×(P _{0.98} Si _{0.004}) _{0.98} O ₄
10	6.30	0.14	522	(Ce _{0.41} Nd _{0.24} La _{0.12} Pr _{0.06} Th _{0.06} Sm _{0.04} Ca _{0.02} Dy _{0.01} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Lu _{0.001} Pb _{0.001} U _{0.001}) _{0.99} ×(P _{0.98} Si _{0.01}) _{0.99} O ₄
12	7.03	0.16	535	(Ce _{0.40} Nd _{0.23} La _{0.12} Th _{0.06} Sm _{0.05} Pr _{0.05} Ca _{0.03} Gd _{0.02} Eu _{0.02} Dy _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.002} Lu _{0.001} U _{0.0002}) _{1.00} ×(P _{0.98} Si _{0.01}) _{0.99} O ₄
13	8.75	0.20	537	(Ce _{0.40} Nd _{0.24} La _{0.11} Th _{0.08} Pr _{0.05} Sm _{0.05} Ca _{0.03} Dy _{0.02} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{1.01} ×(P _{0.98} Si _{0.01}) _{0.99} O ₄
14	9.99	0.21	495	(Ce _{0.39} Nd _{0.22} La _{0.11} Th _{0.09} Pr _{0.05} Sm _{0.04} Ca _{0.04} Dy _{0.03} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{1.00} P _{1.00} O ₄
15	8.74	0.20	538	(Ce _{0.40} Nd _{0.22} La _{0.10} Th _{0.08} Pr _{0.06} Sm _{0.04} Ca _{0.04} Gd _{0.02} Dy _{0.02} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{1.00} P _{0.99} O ₄
16	9.69	0.20	486	(Ce _{0.40} Nd _{0.23} La _{0.11} Th _{0.08} Pr _{0.05} Ca _{0.04} Sm _{0.02} Eu _{0.02} Gd _{0.01} Lu _{0.004} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{0.97} ×(P _{1.02} Si _{0.01}) _{1.03} O ₄
17	8.00	0.18	529	(Ce _{0.40} Nd _{0.22} La _{0.12} Ca _{0.07} Th _{0.07} Pr _{0.05} Sm _{0.03} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.002} Lu _{0.001} U _{0.001}) _{0.99} P _{0.99} O ₄
18	7.02	0.17	568	(Ce _{0.40} Nd _{0.24} La _{0.11} Th _{0.06} Pr _{0.05} Ca _{0.04} Sm _{0.04} Gd _{0.02} Eu _{0.01} Dy _{0.01} Tb _{0.005} Lu _{0.004} Pb _{0.002} U _{0.001} Yb _{0.0005}) _{0.99} P _{1.00} O ₄
19	7.28	0.14	453	(Ce _{0.37} Nd _{0.26} La _{0.10} Sm _{0.07} Th _{0.06} Pr _{0.06} Ca _{0.02} Dy _{0.02} Gd _{0.02} Eu _{0.02} Tb _{0.003} Pb _{0.001} U _{0.001}) _{1.01} ×(P _{0.97} Si _{0.01}) _{0.98} O ₄
20	10.11	0.21	373	(Ce _{0.38} Nd _{0.23} La _{0.10} Th _{0.09} Pr _{0.06} Ca _{0.05} Sm _{0.04} Gd _{0.02} Eu _{0.01} Pb _{0.002} Dy _{0.001} U _{0.001}) _{0.98} ×(P _{0.99} Si _{0.02}) _{1.01} O ₄
21	7.30	0.16	515	(Ce _{0.40} Nd _{0.25} La _{0.10} Th _{0.06} Pr _{0.06} Sm _{0.05} Ca _{0.04} Gd _{0.02} Eu _{0.02} Yb _{0.02} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{0.95} ×(P _{0.98} Si _{0.01}) _{0.99} O ₄
22	6.70	0.16	561	(Ce _{0.43} Nd _{0.22} La _{0.13} Th _{0.06} Pr _{0.05} Ca _{0.03} Sm _{0.03} Eu _{0.01} Gd _{0.01} Dy _{0.01} Tb _{0.004} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{0.99} P _{1.02} O ₄
23	9.79	0.18	433	(Ce _{0.40} Nd _{0.21} La _{0.13} Th _{0.08} Pr _{0.05} Ca _{0.04} Sm _{0.03} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Dy _{0.005} Tb _{0.004} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{0.97} ×(P _{1.00} Si _{0.03}) _{1.03} O ₄
24	8.91	0.20	527	(Ce _{0.41} Nd _{0.22} La _{0.12} Th _{0.08} Pr _{0.05} Ca _{0.05} Sm _{0.02} Dy _{0.02} Eu _{0.01} Yb _{0.004} Gd _{0.001} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{0.97} P _{1.02} O ₄
25	10.75	0.22	481	(Ce _{0.40} Nd _{0.20} La _{0.13} Th _{0.09} Ca _{0.05} Pr _{0.04} Sm _{0.03} Gd _{0.005} Lu _{0.004} Eu _{0.003} Pb _{0.002} U _{0.002}) _{0.96} ×(P _{1.02} Si _{0.02}) _{1.04} O ₄
26	19.23	0.44	538	(Ce _{0.28} Nd _{0.20} Th _{0.16} Ca _{0.14} La _{0.07} Pr _{0.05} Sm _{0.04} Gd _{0.01} Dy _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.005} U _{0.002}) _{0.98} P _{1.03} O ₄
27	17.92	0.42	551	(Ce _{0.29} Nd _{0.20} Th _{0.15} Ca _{0.13} La _{0.07} Pr _{0.04} Sm _{0.04} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Dy _{0.01} Tb _{0.001} Pb _{0.004} U _{0.002}) _{0.97} P _{1.03} O ₄
28	17.96	0.41	537	(Ce _{0.27} Nd _{0.20} Ca _{0.15} Th _{0.15} La _{0.07} Sm _{0.05} Pr _{0.04} Dy _{0.01} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.003} Yb _{0.003} Pb _{0.004} Lu _{0.002} U _{0.002}) _{0.97} P _{1.03} O ₄
29	17.18	0.41	561	(Ce _{0.30} Nd _{0.20} Th _{0.15} Ca _{0.12} La _{0.07} Sm _{0.05} Pr _{0.04} Dy _{0.01} Eu _{0.01} Gd _{0.001} Tb _{0.001} Yb _{0.004} Pb _{0.004} Lu _{0.001} U _{0.002}) _{0.96} P _{1.03} O ₄
30	11.97	0.24	472	(Ce _{0.38} Nd _{0.20} La _{0.12} Th _{0.10} Pr _{0.05} Ca _{0.04} Sm _{0.03} Gd _{0.01} Dy _{0.01} Eu _{0.01} Lu _{0.01} Tb _{0.01} Yb _{0.005} Pb _{0.003} U _{0.001}) _{0.98} ×(P _{1.00} Si _{0.01}) _{1.01} O ₄
31	11.52	0.25	510	(Ce _{0.37} Nd _{0.20} La _{0.11} Th _{0.10} Pr _{0.05} Ca _{0.04} Sm _{0.04} Dy _{0.02} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Lu _{0.003} Pb _{0.003} Yb _{0.001} U _{0.001}) _{0.97} ×(P _{1.00} Si _{0.02}) _{1.02} O ₄
32	13.05	0.29	523	(Ce _{0.37} Nd _{0.18} La _{0.13} Th _{0.11} Ca _{0.05} Pr _{0.04} Sm _{0.03} Dy _{0.01} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.003} U _{0.001}) _{0.96} P _{1.04} O ₄
33	11.48	0.26	533	(Ce _{0.38} Nd _{0.20} La _{0.12} Th _{0.10} Ca _{0.06} Pr _{0.05} Sm _{0.03} Eu _{0.03} Gd _{0.01} Pb _{0.003} Dy _{0.001} U _{0.001}) _{0.98} P _{1.03} O ₄
34	10.62	0.25	553	(Ce _{0.42} Nd _{0.17} La _{0.14} Th _{0.09} Ca _{0.05} Pr _{0.05} Sm _{0.02} Gd _{0.01} Tb _{0.01} Eu _{0.01} Pb _{0.003} Dy _{0.001} U _{0.001}) _{0.98} P _{1.03} O ₄
35	16.95	0.39	541	(Ce _{0.29} Nd _{0.20} Th _{0.14} Ca _{0.14} La _{0.07} Sm _{0.05} Pr _{0.04} Dy _{0.01} Eu _{0.01} Gd _{0.01} Tb _{0.002} Yb _{0.004} Pb _{0.004} Lu _{0.003} U _{0.002}) _{0.97} P _{1.02} O ₄
36	10.21	0.25	575	(Ce _{0.41} Nd _{0.19} La _{0.12} Th _{0.09} Pr _{0.05} Ca _{0.05} Sm _{0.02} Dy _{0.01} Gd _{0.01} Tb _{0.005} Pb _{0.003} U _{0.001} Lu _{0.001}) _{0.96} P _{1.03} O ₄
37	10.96	0.27	579	(Ce _{0.41} Nd _{0.16} La _{0.14} Th _{0.09} Ca _{0.06} Pr _{0.05} Sm _{0.02} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Dy _{0.005} Tb _{0.004} Pb _{0.003} Yb _{0.001} U _{0.001}) _{0.97} P _{1.03} O ₄
38	15.55	0.33	499	(Ce _{0.34} Nd _{0.20} Th _{0.13} La _{0.09} Ca _{0.08} Pr _{0.05} Sm _{0.04} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Dy _{0.007} Tb _{0.006} Pb _{0.004} U _{0.002}) _{0.97} P _{1.02} O ₄
39	17.56	0.39	522	(Ce _{0.31} Nd _{0.18} Th _{0.15} Ca _{0.12} La _{0.09} Pr _{0.04} Sm _{0.03} Dy _{0.01} Gd _{0.01} Tb _{0.007} Eu _{0.006} Pb _{0.004} U _{0.002} Lu _{0.001}) _{0.96} P _{1.04} O ₄
40	18.56	0.44	557	(Ce _{0.29} Nd _{0.17} Th _{0.16} Ca _{0.15} La _{0.08} Sm _{0.04} Pr _{0.03} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Dy _{0.004} Pb _{0.004} Tb _{0.002} U _{0.002} Yb _{0.0005} Lu _{0.0005}) _{0.95} P _{1.04} O ₄
41	17.07	0.39	537	(Ce _{0.32} Nd _{0.19} Th _{0.14} Ca _{0.12} La _{0.09} Pr _{0.05} Sm _{0.03} Gd _{0.01} Pb _{0.004} Eu _{0.003} U _{0.002} Tb _{0.0005}) _{0.96} P _{1.04} O ₄
42	11.25	0.24	502	(Ce _{0.37} Nd _{0.22} La _{0.10} Th _{0.10} Ca _{0.07} Pr _{0.05} Sm _{0.03} Dy _{0.01} Gd _{0.005} Tb _{0.004} Pb _{0.003} U _{0.001}) _{0.96} P _{1.04} O ₄
43	7.89	0.17	507	(Ce _{0.40} Nd _{0.22} La _{0.12} Th _{0.07} Pr _{0.05} Ca _{0.05} Sm _{0.03} Dy _{0.01} Gd _{0.01} Eu _{0.01} Tb _{0.01} Pb _{0.002} U _{0.001}) _{0.98} P _{1.01} O ₄
44	10.92	0.24	517	(Ce _{0.37} Nd _{0.21} La _{0.11} Th _{0.09} Ca _{0.06} Pr _{0.06} Sm _{0.03} Eu _{0.01} Gd _{0.01} Tb _{0.006} Dy _{0.005} Pb _{0.003} U _{0.001}) _{0.96} P _{1.03} O ₄
45	10.87	0.23	498	(Ce _{0.37} Nd _{0.21} La _{0.11} Th _{0.09} Ca _{0.06} Pr _{0.05} Sm _{0.03} Dy _{0.01} Lu _{0.01} Gd _{0.007} Yb _{0.004} Eu _{0.003} Pb _{0.002} Tb _{0.002} U _{0.001}) _{0.96} P _{1.03} O ₄

552±31 млн лет

Примечание. ThO₂* — пересчитанный ThO₂ с учетом содержания урана.Note. ThO₂* — ThO₂ recalculated taking into account the content of uranium.



Работа проводится в рамках проекта 15-18-5-46 «Минерагения севера Урала и Тимана в связи с закономерностями их геологического развития, основные эпохи рудообразования».

Литература

1. Андреичев В. Л., Степаненко В. И. Возраст карбонатитового комплекса Среднего Тимана // Рудообразование и магматизм севера Урала и Тимана. Сыктывкар, 1983. С. 83–87. (Тр. Ин-та геологии Коми филиала АН СССР. Вып. 41). **2. Ивенсен Ю. П.** Магматизм Тимана и полуострова Канин. М.; Л.: Наука, 1964. 126 с.
- 3. Ковалчук Н. С., Шумилова Т. Г., Козырева И. В.** Морфология и особенности химического состава монацитита в карбонатитах Косьюского массива (Средний Тиман) // Известия Коми НЦ УрО РАН. № 1(5). 2011. С. 49–53. **4. Ковалчук Н. С., Шумилова Т. Г., Степаненко В. И.** Редкоземельная минерализация в карбонатитах Косьюского массива (Средний Тиман) // ЗРМО. № 3. 2013. С. 109–132.
- 5. Макеев А. Б., Вирюс А. А.** Монацит проявления Ичетью (состав, морфология, возраст) // Изв. высш. учеб. зав. Геология и разведка. 2013. № 3. С. 10–15. **6. Недосекова И. Л., Владыкин Н. В., Удоратина О. В., Ронкин Ю. Л.** Карбонатиты четласского комплекса (Средний Тиман): геохимические и изотопные данные // Ежегодник-2012: Тр. ИГГ УрО РАН, Вып. 160, 2013. С. 150–158. **7. Недосекова И. Л., Удоратина О. В., Владыкин Н. В., Прибавкин С. В., Гуляева Т. Я.** Петрохимия и геохимия дайковых ультрабазитов и карбонатитов Четласского комплекса (Средний Тиман) // Ежегодник-2010: Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 158. 2011. С. 122–130. **8. Степаненко В. И.** Позднепротерозойский магматизм северо-восточной окраины Восточно-Европейской платформы // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты: Материалы XLVII Тектонического совещ. М.: ГЕОС, 2015. Т. II. С. 188–191.
- 9. Степаненко В. И.** Щелочные пикриты Среднего Тимана // Геология магматических образований севера Урала и Тимана. Сыктывкар, 1984. С. 3–15. (Тр. Ин-та геологии Коми филиала АН СССР. Вып. 48). **10. Степаненко В. И.** Особенности геологического строения и состава карбонатитового комплекса Среднего Тимана // Труды Ин-та геологии Коми филиала АН СССР. 1979. Вып. 29. С. 52–61. **11. Удоратина О. В., Вирюс А., Козырева И. В., Швецова И. В., Капитанова В. А.** Монацит гидротермально-метасоматических пород (Новоборзовское рудное поле, Средний Тиман) // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии: Материалы минералогического семинара с международ. участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2013. С. 275–277.
- 12. Удоратина О. В., Козырева И. В., Швецова И. В., Капитанова В. А., Филиппов В. Н.** Особенности редкоземельной акцессорной минерализации жильной серии карбонатитов (рудное поле Косью, Средний Тиман) // Кристаллическое и твердое некристаллическое состояние минерально-го вещества: Минералогическая кристаллография. Сыктывкар, 2012. С. 331–333. **13. Удоратина О. В., Травин А. В.** Щелочные пикриты четласского комплекса Среднего Тимана: Ar-Ar-данные // Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма: Материалы 30-й Международной конференции. Анталья–Москва, 2014. С. 82–84. **14. Ludwig K. R.** User's manual for ISOPLOT/EX, version 2. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center: Spec. Publ. № 1a. 1999. 120 p.
- 15. Suzuki, K., Adachi, M.** The chemical Th-U-total Pb isochron ages of zircon and monazite from the gray granite of the Hida Terrane, Japan. The Journal of Earth and Planetary Sciences, 1991. Vol. 38. Nagoya University. Pp. 11–38.
- 16. Udaratina O. V., Kozyreva I. V., Shvetsova I. V., Nedosekova I. L., Kapitanova V. A.** Peculiar features of accessory mineralization of vein series of carbonatites from Chetlassky complex (Middle Timan) // Geochemistry of magmatic rocks. XXIX International conference. Ore potential of alkaline, kimberlite and carbonatite magmatism. Skool «Geochemistry of alkaline rocks». Sudak-Moscow, 2012. P. 116–118.
- 1. Andreichev V. L., Stepanenko V. I.** Vozrast karbonatitovogo kompleksa Srednego Timana (Age of carbonatite complex of Middle Timan). Rudoobrazovanie i magmatizm severa Urala i Timana (Mineralization and magmatism of the Northern Urals and Timan). Syktyvkar, 1983, pp.83–87. (Tr. Inst Geology, Komi Branch, USSR Academy of Sciences. Vol. 41). **2. Ivensen Y. P.** Magmatizm Timana i poluostrava Kanin (Magmatism of Timan and Kanin Peninsula). Moscow-Leningrad: Science, 1964, 126 p.
- 3. Kovalchuk N. S., Shumilova T. G., Kozyreva I. V.** Morfologiya i osobennosti himicheskogo sostava monatsita v karbonatitah Kosyuskogo massiva (Srednii Timan) (Morphology and chemical composition of monazite in carbonatites of Kosyuskogo massif (Middle Timan)). Proceedings of Komi Science Centre. No. 1 (5), 2011, pp. 49–53.
- 4. Kovalchuk N. S., Shumilova T. G., Stepanenko V. I.** Redkozemelnaya mineralizatsiya v karbonatitah Kosyuskogo massiva (Srednii Timan) (Rare earth mineralization in carbonatites of Kosyuskogo massif (Middle Timan)). Notes of RMS, No. 3, 2013, pp. 109–132.
- 5. Makeev A. B., Viryus A. A.** Monatsit proyavleniya Ichet'yu (sostav, morfologiya, vozrast) (Ichetu Monazite (composition, morphology, age)). Math. Executive. Proc. Head. Geology and Exploration, 2013, No 3, pp. 10–15.
- 6. Nedosekova I. L., Vladikin N. V., Udaratina O. V., Ronkin Y. L.** Karbonatity chetlasskogo kompleksa (Srednii Timan): geochemical and isotopic data. Yearbook 2012, Tr. IGG UB RAS, Vol. 160, 2013, pp. 150–158.
- 7. Nedosekova I. L., Udaratina O. V., Vladikin N. V., Pribavkina C. V., Gulyaev T. Y.** Petrokhimiya i geohimiya daikovyh ul'trabazitov i karbonatitov Chetlasskogo kompleksa (Srednii Timan) (Petrochemistry and geochemistry of ultramafic dyke and carbonatite complex Chetlasky (Middle Timan)). Yearbook 2010, Tr. IGG UB RAS, Vol. 158, 2011, pp. 122–130.
- 8. Stepanenko V. I.** Pozdneoproterozoiskii magmatizm severo-vostochnoi okrainy Vostochno-Evropeiskoi platform (Late Proterozoic magmatism north-eastern margin of the East European Platform). Tektonika i geodinamika kontinentalnoi i okeanicheskoi litosfery: obschie i regionalnye aspekty (Tectonics and Geodynamics of continental and oceanic lithosphere: general and regional aspects). Proceedings of XLVII Tectonic conference. Volume 2, Moscow: GEOS, 2015, pp 188–191. ISBN 978-5-89118-693-4.
- 9. Stepanenko V. I.** Schelochnye pikritы Srednego Timana (Alkaline picrites of Middle Timan). Geologiya magmaticheskikh obrazovanii severa Urala i Timana (Geology magmatic formations of Northern Urals and Timan). Syktyvkar, 1984, pp 3–15. (Tr. Inst Geology, Komi Branch, USSR Academy of Sciences. Vol.



- 48). **10.** Stepanenko V. I. *Osobennosti geologicheskogo stroeniya i sostava karbonatitovogo kompleksa Srednego Timana* (Features of the geological structure and composition of carbonatite complex of Middle Timan). Proceedings of the Institute of Geology, Komi Branch of the USSR, 1979, Vol. 29, pp. 52–61.
- 11.** Udaratina O. V., Viryus A. A., Kozyreva I. V., Shvetsova I. V., Kapitanova V. A. *Monatsit gidrotermalno-metasomaticeskih porod* (Novobobrovskoe rudnoe pole, Srednii Timan) (Monazite of hydrothermal-metasomatic rocks (Novobobrovskoe ore field, the Middle Timan)). Sovremennye problemy teoreticheskoi, eksperimental'noi i prikladnoi mineralogii. (Modern problems of theoretical, experimental, and Applied Mineralogy). Proceedings of Mineralogical seminar with international participation, Syktyvkar, Institute of Geology of Komi Science Centre, 2013, pp. 275–277.
- 12.** Udaratina O. V., Kozyreva I. V., Shvetsova I. V., Kapitanova V. A., Filippov V. N. *Osobennosti redkometall'noi aktsessornoi mineralizatsiya zhil'noi serii karbonatitov (rudnoe pole Kos'yu, Srednii Timan)* (Features of rare metal mineralization accessory vein series carbonatites (Ore field Kosyu, Middle Timan)). *Kristallicheskoe i tverdoe nekristallicheskoe sostoyanie mineral'nogo veschestva. Mineralogicheskaya kristallografiya* (Crystal non-crystalline state of the solid mineral material. Mineralogical crystallography). Syktyvkar, 2012, pp. 331–333.
- 13.** Udaratina O. V., Travin A. V. *Schelochnye pikritы chetlasskogo kompleksa Srednego Timana: Ar-Ar-dannye* (Alkaline picrites from Chetlassky complex of Middle Timan: Ar-Ar-data). *Rudnyi potentsial schelochchnogo, kimberlitovogo i karbonatitovogo magmatizma* (Ore potential of alkaline, kimberlite and carbonatite magmatism). Proceedings of 30th International Conference. Antalya-Moscow, 2014, pp 82–84.
- 14.** Ludwig KR User's manual for ISOPLOT / EX, version 2. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center: Spec. Publ., №1a, 1999, 120 p.
- 15.** Suzuki, K., Adachi, M. The chemical Th-U-total Pb isochron ages of zircon and monazite from the gray granite of the Hida Terrane, Japan. *The Journal of Earth and Planetary Sciences*, 1991. vol. 38. Nagoya University, pp. 11–38.
- 16.** Udaratina O. V., Kozyreva I. V., Shvetsova I. V., Nedosekova I. L., Kapitanova V. A. Peculiar features of accessory mineralization of vein series of carbonatites from Chetlassky complex (Middle Timan). *Geochemistry of magmatic rocks. XXIX International conference. Ore potential of alkaline, kimberlite and carbonatite magmatism. School «Geochemistry of alkaline rocks»*. Sudak-Moscow, 2012, pp. 116–118.

Рецензент
к. г.-м. н. Л. И. Ефанова



[КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ]

УДК 550.4

4-МЕТИЛАЛКАНЫ В НЕФТИ СЮРХАРАТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Д. А. Бушнев, Т. А. Зубова, Н. С. Бурдельная**Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
boushnev@geo.komisc.ru

В нефти Сюрхаратинского месторождения обнаружено присутствие в высокой концентрации серии 4-метилалканов. Предполагается, что данные соединения являются реликтовыми, а их наличие отражает вклад специфической биоты бактериальной/цианобактериальной природы, вероятно, изначально принадлежавшей сообществу бактериального мата, в органическое вещество нефтематеринской толщи.

Ключевые слова: 4-метилалканы, углеводороды-биомаркеры, бактериальные маты.

4-METHYLALKANES IN OIL OF SYURHARATINSKOE OILFIELD

D. A. Bushnev, T. A. Zubova, N. S. Burdelnaya

Institute of Geology, Komi SC UB RAS, Syktyvkar

Unusual 4-methylalkanes series was identified in the oil of Syurharatinskoe oilfield where it is present in high concentration. It is assumed that the compounds are relic and their presence is reflecting the contribution of specific biota of bacterial origin or cyanobacteria, probably from microbial mat community to the oil source rock organic matter.

Key words: 4-methylalkanes, hydrocarbon-biomarkers, microbial mat.

Нефти позднедевонских залежей Сюрхаратинского, Южно-Сюрхаратинского, Верхнеколвинского, Сихорейского месторождений Хорейверской впадины имеют ряд черт в углеводородном составе, который позволяет сгруппировать их в единый генотип [2]. Его отличительными чертами, проявляющимися в составе углеводородов биомаркеров, являются высокие, а иногда огромные концентрации гопанов с преобладающим гомологом состава C_{34} , низкое значение отношения пристан / фитан, значительное доминирование C_{29} -стеранов.

Монометилалканы широко распространены в нефтях различного происхождения. Наибольшие концентрации характерны для 2-метилалканов и 3-метилалканов (изоалканы, антеизоалканы) [8]. Происхождение этих соединений связывают с декарбоксилированием соответствующих метилированных карбоновых кислот [4]. Такие соединения состава C_{24} – C_{42} идентифицированы во

многих нефтях Волго-Уральского НГБ, при этом их распределение не имеет выраженных локальных максимумов [3]. Среди других метилзамещенных алканов широко известны характерные для нефей и органического вещества докембрия 12-, 13-метилалканы, которые присутствуют в нефтях Восточной Сибири, Омана [5, 6]. Их происхождение, в свою очередь, связывают с преобразованием 12-, 13-метилентетракозановой кислоты [8].

Анализ масс-спектров углеводородов, элюирующихся между пиками n -алканов нефти Сюрхаратинского месторождения, показал присутствие значительных количеств 4-метилалканов (рис. 1, 2). Наибольшие концентрации характерны для углеводородов состава C_{16} – C_{19} и C_{23} . Их содержания в данной нефти сравнимы с концентрациями изопреноидных углеводородов. Согласно [11], метилалканы C_{16} – C_{21} , замещенные в положениях от 4 до 8, широко распространены в цианобактериях. Липиды цианобакте-

рии *Chlorogloea fritschii* содержат 4-метилгептадекан [10]. Некоторые количества 4-метилпентадекана, 4-метилгексадекана и 4-метилгептадекана были обнаружены в бактериальных матах гидротермальных источников [12]. Происхождение обнаруженной в Сюрхаратинской нефти необычной серии углеводородов гипотетически можно связать не только с прямым наследованием от липидов цианобактерий, но и с декарбоксилированием соответствующей карбоновой кислоты. В нашем случае это была бы 20-метилтриказановая кислота, в её алкильной цепи не исключается наличие кратных связей, которые могли быть насыщены в ходе диагенеза. Значительный вклад бактериальной биомассы в состав исходного органического вещества диагностируется при этом по экстремальным содержаниям гопановых углеводородов. На возможный источник 4-метилалканов указывают данные работы [9], свидетельствующие об идентификации значительных концентраций 4-метилокта-

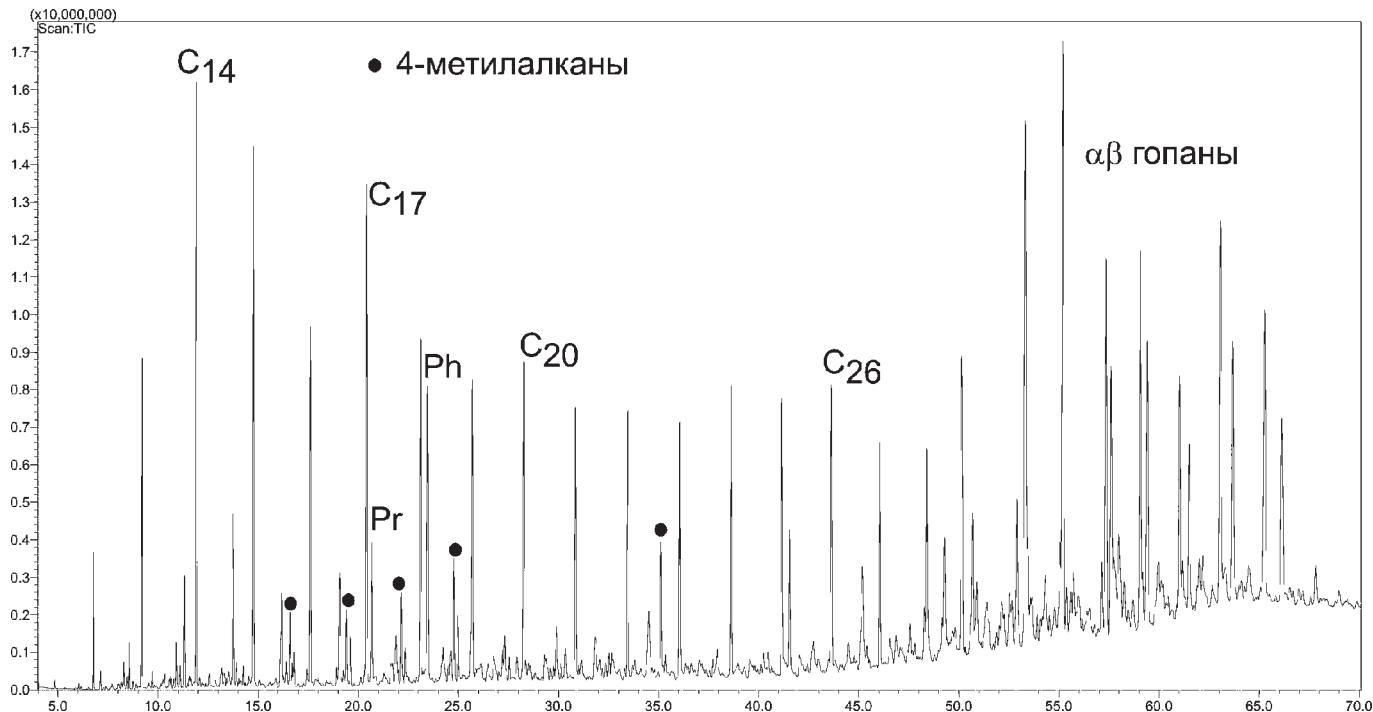


Рис. 1. Масс-хроматограмма по общему ионному току (TIC) алифатической фракции нефти скв. 1-Сюрхаратинская, интервал 3162–3236 м, D_3

Fig. 1. Mass-chromatogram of TIC of oil aliphatic fraction from borehole 1-Syurkharatinskaya, interval 3162–3236 m, D_3

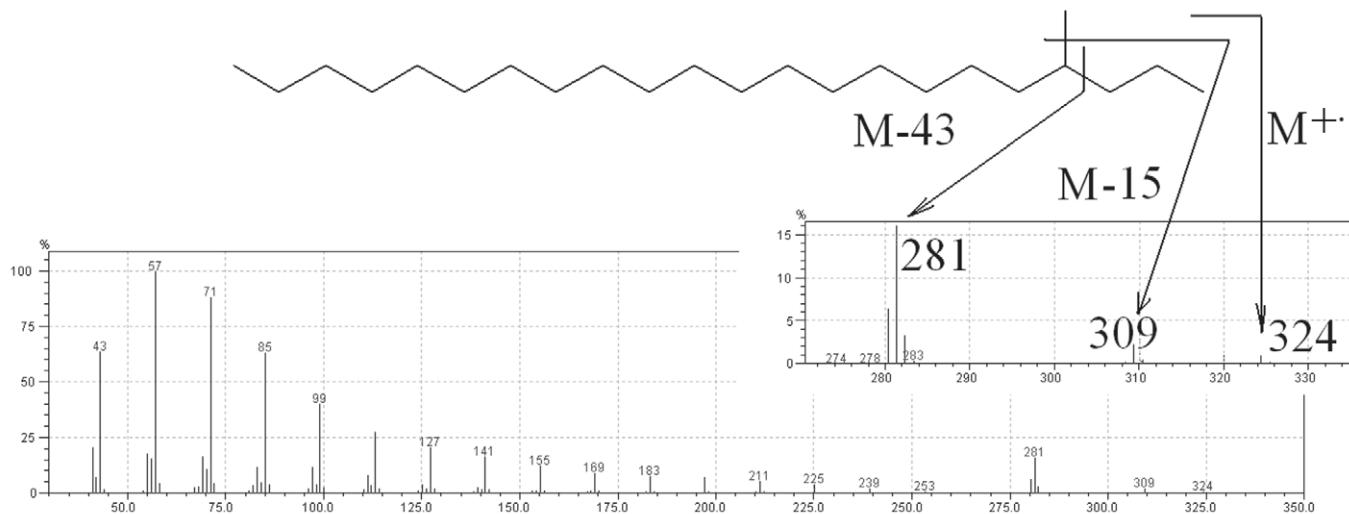


Рис. 2. Масс-спектр и фрагментация 4-метилдокозана (рис. 1, 35 минут)

Fig. 2. Mass-spectrum and fragmentation of 4-methyldocosane (Fig. 1, 35 minutes)

декана в современном бактериальном мате из Полинезии, образовавшемся в мелководных заливчиках атоллов. В качестве дискуссионного комментария укажем на широкое развитие органогенных построек Центрально-Хорейверского поднятия, к которому относится и Сюрхаратинское месторождение [7, 1], и в принципе не исключённую возможность развития здесь фаций нефтематеринских пород, аналогичных формирующимся в современной Полинезии.

Заключение

В нефти Сюрхаратинского месторождения обнаружены 4-метилалканы состава C_{16-19} , C_{23} , которые содержатся здесь в необычайно высокой концентрации. Предполагается, что присутствие 4-метилалканов в данной нефти связано с генерацией углеводородов в нефтематеринских толщах, источником органического вещества которых являются древние бактериальные маты.

Литература

- Беляева Н. В., Корзун А. Л., Петрова Л. В. Модель седиментации франко-турнейских отложений на северо-востоке Европейской платформы (в связи с формированием рифовых резервуаров). СПб.: Наука, 1998. 154 с.
- Бушнев Д. А., Валяева О. В. Условия образования и направления миграции нефтей верхнедевонского комплекса северной части Печорского бассейна // Нефтехимия. 2000. Т. 40. № 5. С. 334–343.
- Голов-



ко Ю. А., Певнева Г. С., Головко А. К. Насыщенные углеводороды нефти Ульяновской области и восков, выделенных из них // Нефтехимия. 2010. Т. 50. № 3. С. 194—201. 4. Кальвин М. Химическая эволюция. М.: Мир, 1971. 240 с. 5. Каширцев В. А. Новые и редкие стерановые и терпановые углеводороды в нефтях Непско-Ботубинской антеклизы (Восточная Сибирь) // Нефтехимия. 2013. Т. 53. № 1. С. 3—10. 6. Kontorovich A. E., Timoshina I. D., Fursenko E. A. Насыщенные углеводороды-биомаркеры верхнего протерозоя Алданской антеклизы // Геология нефти и газа. 2014. № 1. С. 139—143. 7. Parmuzina L. V., Bogdanov B. P., Malyshev N. A. Verhnedevonskie organogennye postroiki i ih razmeschenie v tsentralnoi chasti Horeiverskoi vpadiny (Upper Devonian organic buildups and their distribution in Central Khoreyver Depression). Tektonika severo-vostoka Evropeiskoi platform (Tectonics of North-East of European Platform). Syktyvkar, 1988, pp. 73—82. 8. Petrov Al. A. Uglevodory nefti (Oil Hydrocarbons). Moscow: Nauka, 1984, pp. 41—58. 9. Boudou J. P., J. Trichet J., Robinson N., Brassell S. C. Profile of aliphatic hydrocarbons in a recent Polynesian microbial mat // Intern. J. Environ. Anal. Chem. 1986. Vol. 26. Pp. 137—155. 10. Han J., McCarthy E. D., Calvin M. Benn M. H. Hydrocarbon constituents of the blue-green algae *Nostoc muscorum*, *Anacystis nidulans*, *Phormidium luridum* and *Chlorogloea fritschii* // J. Chem. soc., 1968. Pp. 2785—2791. 11. Peters K. E., Walters C. C., Moldowan J. M. The biomarker guide. Second edition / Cambridge University Press. 2004. 12. Shiea J., Brassell S. C. Ward D. M. Mid-chain

branched mono- and dimethyl alkanes in hot spring cyanobacterial mats: A direct biogenic source for branched alkanes in ancient sediments? // Org. Geochem. 1990. Vol. 15. No. 3. Pp. 223—231.

References

1. Belyaeva N. V., Korzun A. L., Petrova L. V. *Model sedimentatsii fransko-turneiskikh otlozhennii na severo-vostoke Evropeiskoi platformy (v svyazi s formirovaniem rifovykh rezervuarov)* (Sedimentation model of Frasnian — Tournasian at North-East of European Platform (related to formation of reef reservoirs)). Saint-Petersburg: Nauka, 1998, 154 pp.
2. Bushnev D. A., Valyaeva O. V. *Usloviya obrazovaniya i napravleniya migratsii neftei verhnedevonskogo kompleksa severnoi chasti Pechorskogo basseina* (Formation Conditions and Migration Trends of Oils of Upper Devonian Northern Pechira Basin). Neftekhimiya (Oil Chemistry), 2000, Vol. 40, No 5, pp. 334—343.
3. Golovko Yu. A., Pevneva G. S., Golovko A. K. *Nasyschennye uglevodory neftei Ul'yanovskoi oblasti i voskov, vydelennyh iz nih* (Saturated Oil Hydrocarbons of Ulyanovsk Region and Waxes from them). Neftekhimiya (Oil Chemistry), 2010, V. 50, No 3, pp. 194—201.
4. Kальвин М. *Himicheskaya evolyutsiya* (Oil Evolution). Moscow: Mir, 1971, 240 pp.
5. Kashirsev V. A. *Novye i redkie steranovye i terpanovye uglevodory v neftyah Nepsko-Botubinskoi anteklizy (Vostochnaya Sibir)* (New and Rare Sterane and Terpane Hydrocarbons in Oils of Nepsko-Botubinskaya Anteclise (Eastern Siberia)). Neftekhimiya (Oil Chemistry), 2013, V. 53, No 1, pp. 3—10.
6. Kontorovich A. E., Timoshina I. D., Fursenko E. A. *Nasyschennye uglevodory-biomarkery verhnego proterozoya Aldanskoi anteklizy* (Saturated Hydrocarbons-Biomarkers of Upper Proterozoic Aldanskaya Syncline). Geologiya nefti i gaza (Oil and Gas Geology), 2014, No 1, pp. 139—143.
7. Parmuzina L. V., Bogdanov B. P., Malyshev N. A. *Verhnedevonskie organogennye postroiki i ih razmeschenie v tsentralnoi chasti Horeiverskoi vpadiny* (Upper Devonian organic buildups and their distribution in Central Khoreyver Depression). Tektonika severo-vostoka Evropeiskoi platform (Tectonics of North-East of European Platform). Syktyvkar, 1988, pp. 73—82.
8. Petrov Al. A. *Uglevodory nefti* (Oil Hydrocarbons). Moscow: Nauka, 1984, pp. 41—58.
9. Boudou J. P., J. Trichet J., Robinson N., Brassell S. C. Profile of aliphatic hydrocarbons in a recent Polynesian microbial mat. Intern. J. Environ. Anal. Chem. 1986, Vol. 26, pp. 137—155.
10. Han J., McCarthy E. D., Calvin M. Benn M. H. Hydrocarbon constituents of the blue-green algae *Nostoc muscorum*, *Anacystis nidulans*, *Phormidium luridum* and *Chlorogloea fritschii*. J. Chem. soc., 1968, pp. 2785—2791.
11. Peters K. E., Walters C. C., Moldowan J. M. The biomarker guide. Second edition. Cambridge University Press, 2004.
12. Shiea J., Brassell S. C. Ward D. M. Midchain branched mono- and dimethyl alkanes in hot spring cyanobacterial mats: A direct biogenic source for branched alkanes in ancient sediments? Org. Geochem., 1990, Vol. 15, No. 3, pp. 223—231.

Рецензент
член-корр. РАН В. А. Каширцев



Хроника, события, факты • Chronicle, events, facts

ФЕВРАЛЬСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2015 (ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЕМИНАР)

Доклады, заслушанные на совместном заседании секции геологии и геологического семинара, были посвящены актуальным вопросам геологии: методам изучения рифов и реконструкции условий их образования; проблемам модификации свойств железооксидного минерального сырья для совершенствования технологий его переработки; составу и строению обломочных карбонатов нижнего карбона и условиям их формирования. Полученные результаты основываются на традиционных и современных методах исследований: литолого-палеоэкологических и geoхимических, изотопном анализе углерода, кислорода и органического вещества, рамановской и ЭПР-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской томографии.

В результате комплексирования литолого-палеоэкологических, geoхимических и физических методов исследования вещества получена полная палеореконструкция структур и строения рифов и рифогенных толщ, их генезиса и коллекторских свойств. Созданы научные основы для усовершенствования технологии обогащения железорудного сырья путем превращения некондиционных слабомагнитных железных руд в ферромагнитную фазу. Установлен состав и строение отложений серпуховского яруса нижнего карбона в одном из обнажений в бассейне р. Уны, смоделированы условия их образования.

Ключевые слова: *рифы, обломочные карбонаты, методы изучения, железорудное сырье, обогащение.*

FEBRUARY READINGS – 2015 (GEOLOGICAL SEMINAR)

The reports, presented at the joint meeting of Section of Geology and Geological Seminar, were devoted to important issues of geology: methods for studying reefs and reconstruction of their formation conditions; problems of modification of properties of iron oxide mineral raw to improve the processing technology; composition and structure of Lower Carboniferous detrital carbonates and conditions of their formation. The obtained results are based on traditional and modern methods of research: lithological and paleoecological and geochemical, isotopic analysis of carbon, oxygen and organic matter; Raman and EPR spectroscopy, scanning electron microscopy, X-ray tomography.

As a result of integration of lithologic and paleoecological, geochemical and physical methods of research we obtained complete paleoreconstructions of structures of reefs and reef strata, their genesis and reservoir properties. The scientific basis was created for the improvement of iron ore enrichment technology by transforming non-conditional low magnetic iron ores into the ferromagnetic phase. The composition and structure of Lower Carboniferous Serpukhovian sediments in one of the outcrops in the basin of the Unya River was determined, and their formation conditions were simulated.

Keywords: *reefs, clastic carbonates, methods of study, iron ore raw, enrichment.*

Научная сессия Сыктывкарского государственного университета «Февральские чтения» ежегодно была приурочена ко дню основания универси-

тета, а с 2014 г. в связи с объединением вузов удачно вместила в себя и дату основания первого вуза республики – Кomi государственного педагогичес-

кого института, и дату рождения всемирно известного социолога, уроженца Республики Коми Питирима Сорокина, имя которого присвоено уни-

ХРОНИКА

19 марта — 80-летний юбилей Юрия Андреевича Ткачева, д. г.-м. н., главного научного сотрудника лаборатории минерально-сырьевых ресурсов

20 марта — 60-летний юбилей Модяновой Екатерины Васильевны, лаборанта лаборатории геологии нефтегазоносных бассейнов

31 марта — открытие в Национальной галерее РК выставки «Последние романтики», посвященной Дню геолога

Присуждена премия им. акад. Л. Д. Шевякова д. г.-м. н. Я. Э. Юдовичу и с. н. с. М. П. Кетрис за монографию «Геохимия марганца»

Chronicle

March 19 — DSc Yuri A. Tkachev's 80th Jubilee, chief researcher of Laboratory of mineral resources

March 20 — Ekaterina V. Modyanova's 60th Jubilee, lab assistant of Laboratory of geology of oil and gas basins

March 31 — Opening of Exposition «Last Dreamers» dedicated to Geologist Day in the National Gallery of Komi Republic

DSc Ya. E. Yudovich and senior researcher M. P. Ketris were awarded with Academician L. D. Shevyakov's Prize for monography «Manganese Geochemistry»



верситету. Это демонстрация результатов научных исследований, проводимых преподавателями, аспирантами и студентами вуза. Традиционно она включает пленарное заседание и работу по секциям в подразделениях университета.

Кафедра геологии Института естественных наук и базовая кафедра геологии СыктГУ в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН провели совместное заседание секции «геология» в рамках геологического семинара 11 февраля 2015 г., принял участие в Февральских чтениях университета уже в четырнадцатый раз.

Научная программа секции геологии включала следующие доклады:

1. **Антошкина А. И., проф. (СыктГУ).** Рифы и рифогенные образования в истории палеозоя: современные методы их изучения и палеоэкологические реконструкции.

2. **Лютюев В. П., доц. (СыктГУ), Силаев В. И., д. г.-м. н., гео (ИГ Коми НЦ УрО РАН), Брик А. Б., д. ф.-м. н., зав. отделом ИГМиР НАН Украины, Дудченко Н. А., к. б. н., сис ИГМиР НАН Украины, Головатая О. С., доц. (СыктГУ).** Проблемы и перспективы модификации магнитных характеристик железооксидного минерального сырья для совершенствования технологий его переработки.



Фото 1. Открытие заседания

Photo 1. Opening of the meeting

Профессор А. И. Антошкина, которая принимала участие в первых Февральских чтениях в 2002 году, в своем докладе всесторонне осветила научные результаты и методические основы изучения рифов и рифогенных образований. В палеозойской истории Тимано-Североуральского региона рифы и разнообразные органогенные постройки широко распространены в возрастном интервале от рифея до нижней перми включительно [1]. Особый интерес вызывают погребенные органогенные образования, с которыми связаны месторождения нефти и газа. Поэтому детальное ли-

химических и физических методов (фото 3). Для выяснения геохимических особенностей условий осадконакопления проводятся исследования изотопов углерода и кислорода и органического вещества. По регистрации спектров комбинационного рассеяния света с помощью рамановской спектроскопии устанавливается структура органического вещества. На сканирующем электронном микроскопе с рентгеноспектральным микрозондовым анализатором изучаются образцы до и после травления. В первом случае мы получаем информацию о присутствии разных минеральных фаз, а во втором выявляем характер структурных взаимоотношений. Для определения пористости и проницаемости весьма полезным оказался метод рентгеновской томографии. Для выявления особенностей структурных взаимоотношений в рифовых палеоэкосистемах важно диагностировать типы цементов, зачастую играющих важную роль в каркасообразовании. Для этих целей хорошо себя зарекомендовал метод электронного paramagnитного резонанса. В результате комплексирования литологического, геохимических и физических методов исследования вещества производится наиболее полная палеореконструкция структур и стро-



Фото 2. В зале заседаний

Photo 2. In the meeting room

3. **Коюшев А. И., студ. (СыктГУ).** Обломочные карbonаты серпуховского яруса нижнего карбона (р. Унья, Северный Урал).

Заседание открыл профессор кафедры геологии А. М. Пыстин (фото 1). В работе секции «геология» и геологическом семинаре участвовали преподаватели кафедры, студенты, сотрудники Института геологии Коми НЦ УрО РАН (фото 2).

литологическое и палеоэкологическое изучение рифовых и рифогенных толщ в естественных выходах и их палеореконструкции имеют не только научное, но и важное практическое значение. Современные исследования карбонатных пород, слагающих рифогенные толщи, направлены на выявление их генезиса и перспективности коллекtorских свойств и включают целый комплекс литологических, гео-

генизации и коллекторских свойств.

В докладе В. П. Лютюева (от имени большого коллектива авторов) приведены результаты экспериментальных исследований, направленных на совершенствование технологии переработки железорудного сырья. Изучены закономерности и механизмы модификации состава, кристаллической структуры и магнитных

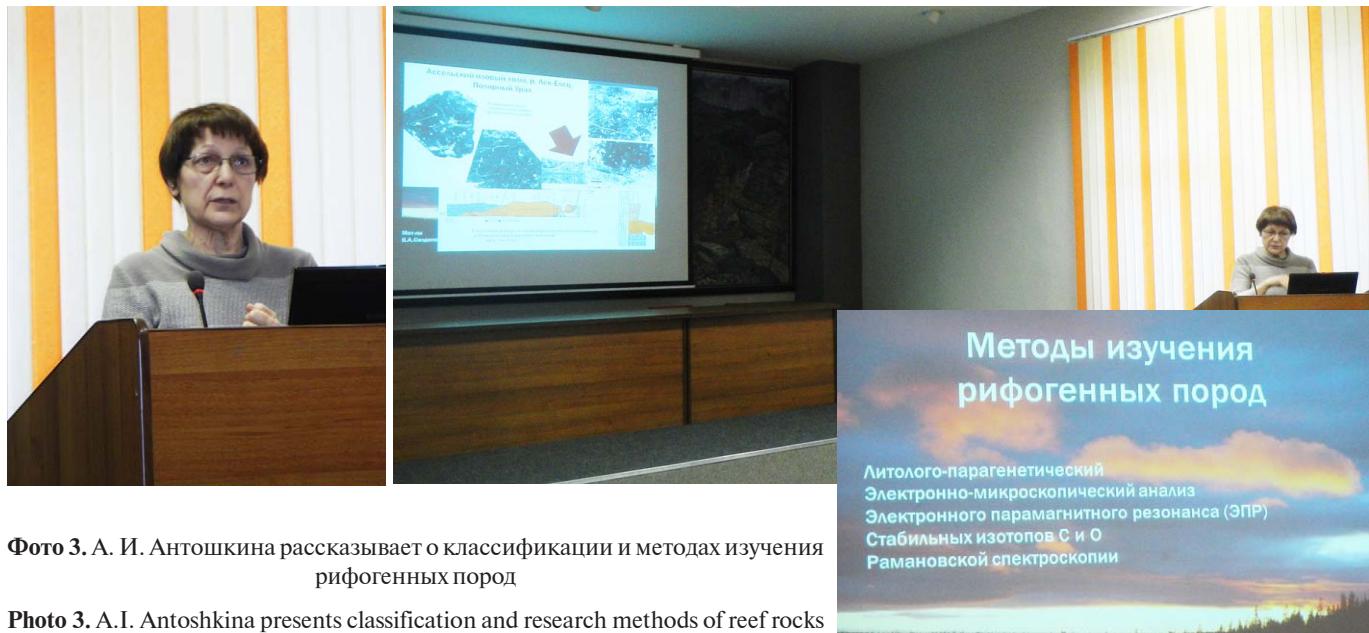


Фото 3. А. И. Антошкина рассказывает о классификации и методах изучения рифогенных пород

Photo 3. A.I. Antoshkina presents classification and research methods of reef rocks

свойств природных железистых оксидов, оксигидроксидов и гидроксидов железа. Выполнены комплексные исследования железистых кварцитов архей-палеопротерозойского и мезопротерозойского возраста, контрастно различающихся степенью метаморфизма и химического выветривания; ультрадисперсных оксидно-железистых охр из апоультрабазитовых и апосидеритовых кор выветривания средне- и южноуральских месторождений; «табачных» железных руд Керченского полуострова. Исследованы эффекты восстановления ионов железа в джеспилитах, аподжеспилитовых бурых железняках, железистых охрах и

ожелезненных бокситах с преобразованием гематита и гётита в магнетит при нагревании с катализаторами в сухом состоянии и в водной среде. Переход осуществляется постепенно с образованием промежуточных фаз. Полученные результаты открывают перспективу весьма значительного усовершенствования технологии обогащения железорудного сырья (фото 4).

В докладе студента 4 курса А. И. Коюшева были представлены результаты самостоятельного исследования отложений серпуховского яруса нижнего карбона в одном из обнажений в бассейне р. Уны на Северном Урале. По составу структурных компонентов

вскрытые в нем отложения образуют следующие литологические типы: доломит мелко- и тонкокристаллический, известняк шламовый, карбонатная конглобекция, кремнистая порода. Выделенные типы пород имеют различное распространение в разрезе, что позволяет выделить в нем четыре интервала, соответствующие этапам формирования отложений данной толщи (фото 5). На первом этапе осадконакопление происходило в морских условиях, на что указывают реликтовые биокластовые структуры в доломитах первого интервала. На следующем этапе произошла активизация тектонического режима, в результате



Фото 4. В. П. Лютоев: «Изучение природы превращений некондиционных слабомагнитных железных руд в ферромагнитную фазу создает научные основы для усовершенствования технологии обогащения железорудного сырья»

Photo 4. V.P. Lyutoev: «The study of the nature of transformations of substandard low magnetic iron ores into ferromagnetic phase creates a scientific basis to improve the technology of enrichment of iron ore»

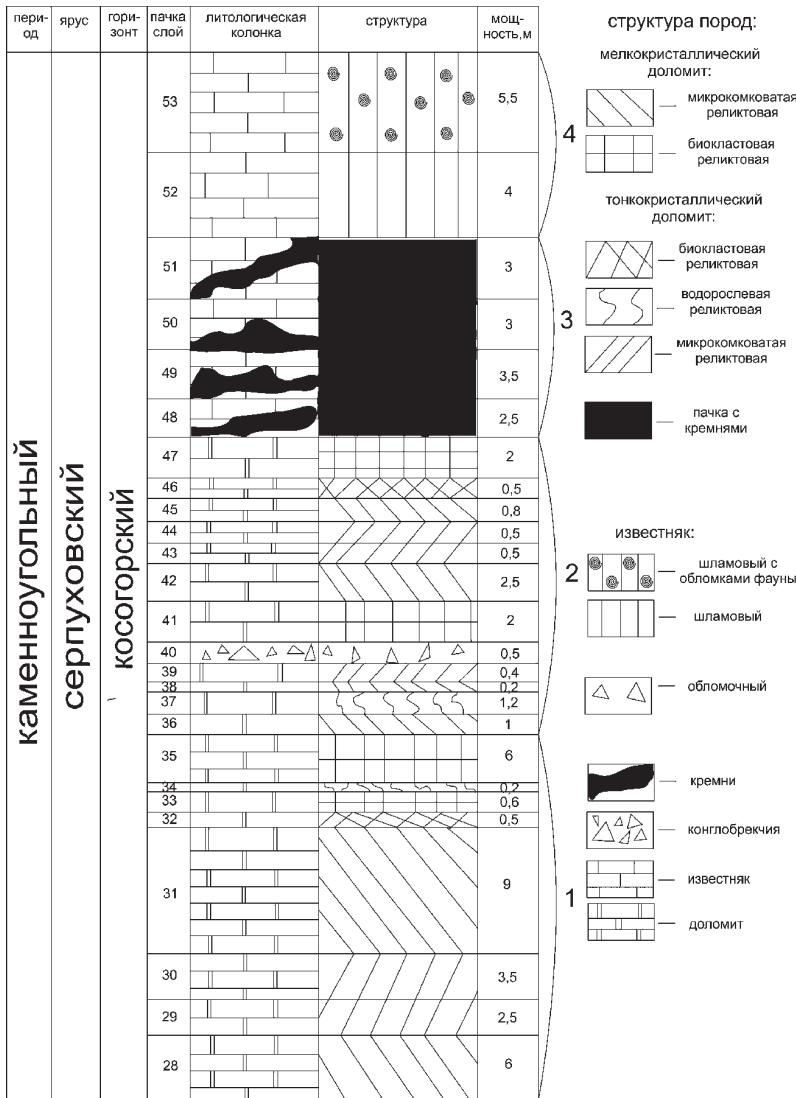


Фото 5. А. И. Коюшев докладывает о распределении литотипов в разрезе серпуховских отложений

Photo 5. A.I. Koyushev reports about distribution of lithotypes in the context of serpukhovian deposits

которой происходили частые обмеления бассейна. В этот период формировались отложения с водорослево-биокластовой, водорослевой и микрокомковатой структурой. Во время одного из понижений глубины моря были образованы карбонатные конглобрекции. В дальнейшем, по всей видимости, происходило углубление бассейна, в конечном счете приведшее к накоплению шламовых известняков [2].

Таким образом, на заседании секции «геология» в рамках Февральских чтений — 2015 и геологическом семинаре поделились результатами своих исследований все представители научной иерархии — от студента до профессора. Все три доклада были посвящены актуальным вопросам геологии: методам изучения рифов и реконструкции условий их образования; проблемам модификации свойств железооксидного минерального сырья для совершенствования технологий его переработки; составу и строению обломочных карбонатов нижнего карбона и условиям их формирования. Исследования проводились по совместным программам (темам) кафедры геологии Сыктывкарского государственного университета и Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Полученные данные имеют как фундаментальное, так и практическое значение. Сохраняется традиция участия в научной сессии не только зрелых ученых, но и молодых начинающих исследователей [4, 5]. Все доклады сопровождались активной дискуссией, что, несомненно, имеет большое значение для дальнейшего развития научной мысли.



Литература

1. Антошкина А. И. Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельных областей). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 302 pp.
2. Коюшев А.И. Kosogorskie otlozheniya v razreze r. Unya (obn. 65, nizhnii karbon, Severnyi Ural) (Kosogor sediments in section of Unya River (outcrop 65, Lower Carboniferous, Northern Urals). *Geologo-archeologicheskie issledovaniya v Timano-Severouralskom regione* (Geological-archeological researches in Timan-Northern Ural region). Syktyvkar: Geoprint, 2014. V. XVII, pp. 38—44.
3. Майорова Т. П. Февральские чтения // Вестник Института геологии, 2002. № 2. С. 14—16.
4. Майорова Т., Куликова К., Сандула А. и др. Февральские чтения — 2012 // Вестник Института геологии. 2012. № 2. С. 35—37.
5. Майорова Т., Пыстин А., Пономаренко Е., Забоева В. Февральские чтения — 2013 // Вестник Института геологии. 2013. № 2. С. 27—29.

References

1. Antoshkina A.I. Rifoobrazovanie v paleozoe (sever Urala i soprode'nykh oblastei) (Reef formation in Paleozoic (Nor-

thern Urals and adjacent areas). Ekaterinburg: UB RAS, 2003. 302 pp.

2. Koyushev A.I. Kosogorskie otlozheniya v razreze r. Unya (obn. 65, nizhnii karbon, Severnyi Ural) (Kosogor sediments in section of Unya River (outcrop 65, Lower Carboniferous, Northern Urals). *Geologo-archeologicheskie issledovaniya v Timano-Severouralskom regione* (Geological-archeological researches in Timan-Northern Ural region). Syktyvkar: Geoprint, 2014. V. XVII, pp. 38—44.
3. Mayorova T.P. Fevral'skie chteniya (February Readings). Vestnik Instituta geologii, 2002, No 2, pp. 14—16.
4. Mayorova T., Kulikova K., Sandula A. i dr. Fevral'skie chteniya — 2012 (February Readings — 2012). Vestnik Instituta geologii, 2012, No 2, pp. 35—37.
5. Mayorova T., Pystin A., Ponomarenko E., Zaboeva V. Fevral'skie chteniya — 2013 (February Readings — 2013). Vestnik Instituta geologii, 2013, No 2, pp. 27—29.

**Т. Майорова, А. Антошкина,
В. Лютоев, А. Коюшев**



В ЗЕРКАЛЕ ПРЕССЫ

Этапы истории Коми научного центра РАН тесно переплетены с историей всей страны. Ученые в годы войны проводили изыскательские работы по разведке месторождений полезных ископаемых для нужд обороны. В послевоенные годы все усилия ученых были объединены для работы над важнейшей проблемой производительных сил Коми АССР. Далее изучался вопрос переброски стока северных рек в бассейн Каспия. Пагубность проекта была доказана учеными, что позволило сохранить природный и ресурсный потенциал республики. Создание кафедры геологии при СыктГУ в 1996 г. по инициативе академика Н. П. Юшкina позволило сохранить геологические кадры РК и внести большой вклад в развитие минерально-сырьевого потенциала. Серьезный интерес к Европейскому Северу позволил профессору А. А. Чернову вместе с его сотрудниками Т. А. Добролюбовой и Е. Д. Сошкиной обосновать открытие уникального по своей практической значимости Вуктыльского нефтегазоносного месторождения. В последние годы усилены исследования Арктической зоны, богатой угольными ресурсами, титаном, бокситами, золотом, кварцем.

Интересен минералогический очерк академика Н. П. Юшкina о «Коллекции Романовой А. П., дочери русского царя Павла I», написанный им при изучении минералов и горных пород Музея естественных наук Будапештского университета.

MEDIA MIRROR

Milestones of Komi science centre UB RAS are closely intertwined with the history of the country. During the war the scientists carried out survey works on exploration of mineral resources for defense purposes. In the postwar years all research efforts were combined to work on the most important problem «productive forces of Komi Republic». Further the project of transfer of northern rivers into the Caspian basin was studied. Our scientists proved the malignancy of this project and helped to preserve the natural and resource potential of the republic. The creation of the Department of Geology at Syktyvkar State University in 1996 by the initiative of Academician N. P. Yushkin helped to keep geological specialists of Komi Republic and to contribute to the development of mineral potential. Professor A. A. Chernov and his collaborators T. A. Dobrolyubova and E. D. Soshkina were very interested in the European North and they justified the discovery of the unique Vuktyl oil and gas field. In recent years the research efforts of the Arctic zone, rich in coal resources, titanium, bauxite, gold, quartz, were enhanced.

The mineralogical sketch by Academician N. P. Yushkin about «A. P. Romanova's Collection, daughter of Russian Tsar Paul the First», written when he studied the minerals and rocks of the Museum of Natural Sciences, University of Budapest, is very interesting.

Этапы истории Коми научного центра тесно переплетены с историей всей страны. Научные планы Северной базы АН СССР (первой академической ячейки) были кардинально пересмотрены с учетом требований военного времени и подчинены народно-хозяйственным интересам республики. Геологи базы начали проводить изыскательские работы по разведке месторождений стратегических полезных ископаемых совместно с управлениями Воркутстроя, Печорстрой, Ухтижемстроя, Севжелдорстроя, Северным геологическим управлением.

Послевоенное восстановление народного хозяйства стало временем разработки первого крупного проекта Коми филиала АН СССР — «Генеральной схемы развития энергетики республики», ставшей базой пятилетнего плана электрификации сельского хозяйства Коми АССР.

В 1949—1952 гг. все усилия ученых были объединены для работы над комплексной проблемой «Производительные силы Коми АССР». В итоге было дано научное обоснование для дальнейшего развития республики и практических мероприятий по использованию богатейших природ-

ных ресурсов и полезных ископаемых.

Со второй половины 1950-х годов самой важной научной проблемой стал проект переброски стока северных рек в бассейн Каспийского моря. Ученые филиала осознали пагубность

мышленную добычу и переработку бокситов, баритов, кварцевого сырья, марганца и других полезных ископаемых (Регион. 2014. № 10).

Кафедра геологии, созданная в 1996 г. по инициативе академика Н. - П. Юшкina, позволила сохраниться академической геологической науке в республике. Дело в том, что полностью прекратился приток молодых специалистов из центральных вузов страны в силу целого ряда экономических и политических факторов.

Кафедра геологии СыктГУ в отношении ее преподавательского состава была и остается уникальной не только в университете, но и в целом по геологическим вузам. Профессорско-преподавательский коллектив сейчас включает 30 человек, из них девять докторов (в т. ч. академик РАН) и 18 кандидатов наук. Ядро этого коллектива составляют сотрудники Института геологии. Выполняя свои курсовые и дипломные работы, студенты внесли ощутимый вклад в изучение коренной и россыпной золотоносности Северного Урала и Южного Тимана, бокситов, хромитов и благороднометалльной минерализации гипербазитов Полярно-



этого проекта и даже сумели доказать это президенту АН СССР А. П. Александрову, который вначале был активным сторонником переброски рек.

Сегодня значение проводимых Коми НЦ работ для региона огромно. Развитие угольной, нефтяной и газовой индустрии, подготовленное работой геологов 1930—1940-х годов, к концу XX века позволило специалистам Института геологии обосновать создание новой крупномасштабной отрасли республиканской экономики — горнорудной, включающей про-



го Урала, обновили данные по тектонике, магматизму, метаморфизму, минералогии, литологии, стратиграфии, палеонтологии, рудообразующим процессам. За время существования кафедры состоялось 14 выпускников молодых геологов, подготовлено 243 специалиста. 22 выпускника кафедры трудятся в Институте геологии, 15 выпускников стали кандидатами наук, 11 человек обучается в аспирантуре. Кафедра успешно выполняет свою задачу по подготовке геологических кадров для РК, вносит весомый вклад в развитие ее минерально-сырьевого потенциала (Арктика: академическая наука и университеты. Сыктывкар, 2014).

Своими воспоминаниями об академике Н. П. Юшкine делится профессор, д. г.-м. н., директор Геологического института Кольского НЦ, председатель комиссии по истории РМО Ю. Л. Войтеховский. Н. П. Юшкine успешно работал во многих областях теоретической и прикладной минералогии. Одна из особенностей научного мировоззрения Н. П. Юшкina – исторический взгляд на эволюцию идей, редкий исторический и синтетический взгляд на мир с прочной методологической подоплекой, смелое расширение предметной области минералогии с одновременным углублением в ее классические задачи.

Изучая проблему взаимодействия живого и косного, Николай Павлович со временем пришел к выводу о сближении этих признаков. Им была сформулирована концепция «углеводородной кристаллизации жизни» на низкотемпературном излете минералообразующего процесса. Как и его предшественникам Дж. Берналу и А. И. Опарину, а также современнику Е. К. Мархинину, ему хотелось обосновать естественное возникновение известной нам формы жизни хотя бы раз. И почему бы не в условиях планеты Земля? В год 150-летия В. И. Вернадского невольно напрашивается аналогия между ними – двумя российскими геологами, обладавшими редким даром синтетического мышления, тяготевшими к крупным эмпирическим обобщениям (Уральский геологический журнал. 2013. № 4 (94). С. 3–6).

Серьезный интерес к северным территориям европейской части страны появился еще в начале 20-х годов XX века. Тогда нам как воздух нужны были энергоносители: нефть, уголь,

газ. Именно по рекомендации профессора А. А. Чернова в 1923 г. геологическая партия во главе с Т. А. Добролюбовой вела исследования в районе р. Вуктыл. С Е. Д. Сошкиной они спрогнозировали Вуктыльскую структуру. Первые сведения о вуктыльском газе были получены Т. А. Добролюбовой по данным геологической съемки в 1933 г., но лишь через три десятилетия, в начале 60-х годов, началось масштабное наступление на Вуктыльскую газовую кладовую. Проведенная в последующем детальная разведка Вуктыльского нефтегазоносного месторождения показала его огромное значение как уникального по ценности и запасам сырья и расположенного ближе к районам центральной европейской части СССР, чем газовые месторождения Тюмени (Регион. 2014. № 10).

В последние годы значительно возрос интерес научной общественности к Арктике. Проблемы освоения Арктической зоны обсуждались на научных сессиях УрО РАН, Академии наук и представительном международном форуме «Арктика: настоящее и будущее», прошедшем в Санкт-Петербурге 10–11 декабря 2014 г. Директор Института геологии, академик А. М. Асхабов, совершив экскурс в историю освоения Арктического региона, представил обзор твердых полезных ископаемых Тимано-Уральского сектора Арктики (угольные ресурсы, титановые руды, бокситы, золото, кварц). На Европейском Севере сосредоточено 70 % российских запасов титановых руд, почти 50 % российских бокситов добывается на Вежа-Ворыквинском месторождении. Уникальные запасы кварца месторождения Желанное используются для оптического стекловарения, как плавочное сырье, пьезокварц, шихта для синтеза кристаллов (Наука Урала. 2015. № 1–2).

27 февраля состоялась конференция регионального отделения Общероссийского народного фронта (ОНФ) в РК. Сопредседатель регионального штаба ОНФ в Коми академик А. М. Асхабов отметил, что исходя из предложений и поручений президента РФ В. В. Путина надо придать динамику развитию общественной работы фронта в регионе и усилить общественный контроль за исполнением предложений президента по итогам «Форума действий» (Республика. 2015. 3 марта).

Во время работы 20-го съезда Международной минералогической ассоциации, проходившего в августе 2010 г. в г. Будапеште, Н. П. Юшкine осматривал коллекцию минералов и горных пород Музея естественной истории Будапештского университета. Его внимание привлекли портрет молодой красивой женщины и большой образец крокоита. Какое отношение имеет неизвестная дама к первому российскому минералу, с которого началась наша минералогия? Надпись на витрине гласила: «Коллекция Романовой Александры Павловны, дочери русского царя Павла I». Рекомендую прочитать интересующимся эту почти детективную историю, изложенную в очерке Н. П. Юшкina «Минералогическое послание от русской царевны – Александры Павловны Романовой, палатины венгерской» (В мире минералов: Минералогический альманах. 2012. Т. 17. Вып. 3).

Физико-математические исследования в Институте геологии имеют определенный интерес для ряда наших сотрудников. Так, Ю. А. Ткачев совместно с А. Б. Певным (СыктГУ) разрабатывал теорию натуральных сплайнов и способы аппроксимации с их помощью плавных поверхностей. Результаты использовались для определения формы кровли залежи нефти. В качестве еще одной иллюстрации приложения математики к геологии может служить разработанная д. г.-м. н. В. И. Ракиным (ИГ) динамическая теория формирования кристаллов алмаза, удостоенная в 2014 г. премии Правительства РК за научные исследования в области естественных наук, в которых отклонения кристаллов от идеальной формы связываются с явлениями, изученными и описанными Н. А. Громовым еще тридцать лет назад (Регион. 2015. № 2).

3 марта перестало биться сердце народного художника Станислава Торлопова. Это большая потеря не только для Союза художников РК, но и для нас, геологов. Сотни миль он прошел в геологических экспедициях, работал наравне со всеми, а ночами и любое свободное время создавал свои романтические и наполненные драматизмом композиции, посвященные геологам-первопроходцам (Республика. 2015. 7 марта).

К. г.-м. н. Е. П. Калинин



ЮРИЙ АНДРЕЕВИЧ ТКАЧЕВ

19 марта 2015 г. отметил свой 80-летний юбилей ветеран Института геологии Коми НЦ УрО РАН Юрий Андреевич Ткачев – ученый, широко известный в России и за рубежом фундаментальными исследованиями в области геостатистики, математического моделирования геологических процессов и явлений, геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, горного права.

YURY ANDREEVICH TKACHEV

Yu. A. Tkachev, veteran of the Institute of Geology of Komi Science Center UB RAS, celebrated his 80th Jubilee on March 19, 2015. Yu. A. Tkachev – a famous scientist in Russia and abroad in the field of fundamental research of geostatistics, mathematical modeling of geological processes and phenomena, geological and economic evaluation of mineral deposits, mining law.

Ю. А. Ткачев – ветеран Института геологии, заслуженный деятель науки Республики Коми, действительный член Академии естественных наук Российской Федерации, действительный член Международной академии авторов научных открытий и изобретений, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

Ю. А. Ткачев родился 19 марта 1935 г. в с. Конезавод-48 Кустанайской области Казахской ССР. В 1956 г. с отличием окончил горно-геологический факультет Фрунзенского политехнического института и поступил на работу младшим научным сотрудником в Институт геологии АН Киргизской ССР (г. Фрунзе), затем работал старшим научным сотрудником во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтеза минерального сырья (г. Александров). Занимался проблемами оценки месторождений пьезооптического сырья с применением математических методов. С 1972 г. работает в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН старшим, затем ведущим и главным научным сотрудником лаборатории минерально-сырьевых ресурсов, заведующим лабораторией геоинформатики (1991–2006).

В 1965 г. в Институте геологических наук Казахской ССР (г. Алма-Ата) защитил кандидатскую диссертацию на тему «Закономерности распределения германиевого и уранового оруде-



нения в углях Средней Азии». В 1987 г. во Всесоюзном нефтяном геологоразведочном институте (ВНИГРИ) защитил докторскую диссертацию на тему «Геолого-статистические методы повышения достоверности оценки запасов месторождений нефти».

Ю. А. Ткачев известен в России и за рубежом фундаментальными исследованиями в области геостатистики, математического моделирования геологических процессов и явлений, геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, горного права. Заложил основы нового научного направления в геологической науке, связанного с применением математических методов. Результаты исследований Ю. А. Ткачева нашли

широкое применение в геолого-разведочной практике. Ю. А. Ткачев является одним из авторов первого закона «О недрах» Республики Коми. Разработал оригинальную модель экономического управления геологическим производством.

В течение многих лет Ю. А. Ткачев плодотворно занимался педагогической деятельностью. Он автор оригинальных учебных курсов в трех вузах республики. Им разработана и впервые внедрена система тестового контроля знаний студентов, подготовлено семь кандидатов наук.

Ю. А. Ткачев опубликовал более двухсот тридцати научных работ, в числе которых семь монографий: «Разведка и освоение месторождений горного хрусталия» (М.: Недра, 1974. 264 с.), «Теория и методы подсчета запасов полезных ископаемых» (Л.: Наука, 1988. 310 с.), «Плата за недра» (СПб.: Наука, 1998. 168 с.), «Спектральный анализ в геологии и геохимии» (Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 297 с.) и др.

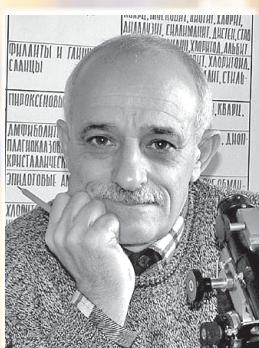
За плодотворную научную деятельность и крупный вклад в изучение минерально-сырьевых ресурсов Ю. А. Ткачев награжден медалями: «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина», «Ветеран труда» (1975), золотой медалью им. А. С. Попова «За вклад в развитие изобретательства» (2000), нагрудным знаком «За заслуги в изучении недр» (2000), знаком отличия «За безупречную службу Республике Коми (2014).

Г. А. Анисимова





Поздравляем



Якова
Эльевича
ЮДОВИЧА



Марину
Петровну
КЕТРИС

с присуждением премии имени
академика Л. Д. Шевякова
за монографию
«Геохимия марганца».

Желаем творческих успехов!

От всей души поздравляем



**Екатерину
Васильевну
МОДЯНОВУ
с юбилеем!**

Желаем
крепкого здоровья,
хорошего настроения,
благополучия
и удачи.

С праздником, дорогие гости!

Ответственные за выпуск:
Е. В. Машина,
Д. О. Машин

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

Компьютерная верстка
Т. В. Хазовой

Свид. о рег. средства массовой информации
ПИ № ФС77-56817 от 29.01.2014
Подписано в печать 15.05.2015

Тираж 250  Заказ 967
Редакция:
167982, Сыктывкар, Первомайская, 54

Тел.: (8212) 24-51-60
Факс: (8212) 44-82-68
E-mail: vestnik@geo.komisc.ru