

ISSN 1561-8331 (Print)

ISSN 2524-2342 (Online)

УДК 552.321.5:550.41(476)

<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2018-54-2-226-230>

Поступила в редакцию 01.06.2017

Received 01.06.2017

**М. П. Гуринович***Филиал «Институт геологии» государственного предприятия «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь***ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД РУСИНОВСКОГО КОМПЛЕКСА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА БЕЛАРУСИ**

**Аннотация.** Русиновский ультрабазит-базитовый комплекс считается одним из наиболее потенциально перспективных на медно-никелевое и благороднометальное оруденение среди магматических комплексов кристаллического фундамента Беларуси. Породы характеризуются нормальной щелочностью, высокой магнезиальностью, низкой и средней глиноземистостью, низкой железистостью (кроме диабазов). Для микроэлементного состава пород свойственны обедненность литофильными элементами (Sr, Ba, Zr, Nb) и повышенное содержание Cr, Ni и Co. В результате исследований были выделены две представляющие практический интерес петрохимические серии: магнезиальная (габброиды) и титано-железистая (диабазы).

**Ключевые слова:** кристаллический фундамент, русиновский комплекс, габброиды, диабазы, геохимия

**Для цитирования.** Гуринович, М. П. Геохимические особенности пород русиновского комплекса кристаллического фундамента Беларуси / М. П. Гуринович // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2018. – Т. 54, № 2. – С. 226–230. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2018-54-2-226-230>

**М. P. Hurynovich***Branch “Institute for Geology” of the State Enterprise «Research and Production Center for Geology», Minsk, Belarus***GEOCHEMICAL FEATURES OF ROCKS FROM THE RUSINOVSKY COMPLEX OF THE CRYSTALLINE BASEMENT OF BELARUS**

**Abstract.** Geochemical features of the rocks of the Rusinovsky complex of the crystalline basement of Belarus are revealed. The rocks are characterized by normal alkalinity, high magnesia, low and medium alumina content, low iron content, except for diabases. In the trace element composition of rocks depletion with LILE elements (Sr, Ba, Zr, Nb) and increased content of Cr, Ni and Co were observed. Two petrochemical series are distinguished in the rocks: magnesian (gabbroids) and titanium-ferruginous (diabase).

**Keywords:** crystalline basement, Rusinovsky complex, gabbroids, diabases, geochemistry

**For citation.** Hurynovich M. P. Geochemical features of rocks from the Rusinovsky complex of the crystalline basement of Belarus. *Vestsi Natsyyanal' nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk=Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2018, vol. 54, no. 2, pp. 226–230 (In Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2018-54-2-226-230>

**Введение.** Русиновский магматический комплекс выделен [1] в Центрально-Белорусской структурной зоне кристаллического фундамента Беларуси (рис. 1), где представлен ультрабазит-базитовыми породами, слагающими дайки, согласные силловые залежи и небольшие субизометричные массивы. Возрастное положение пород русиновского комплекса точно не установлено, хотя, согласно схеме [2], он отнесен к раннему протерозою. Наиболее детально породы русиновского комплекса изучены в пределах Столбцовского массива, расположенного в Столбцовском районе Минской области [3]. Глубина залегания фундамента на данной территории в среднем 130–150 м. Общая мощность габброидного массива точно не установлена, так как скважины, пробуренные до глубины 500 м, не вскрыли подстилающие породы.

В составе русиновского комплекса выделены следующие разновидности пород: *троктолиты, габбронориты, габбро оливиновое, габбро амфиболизированное (актинолитизированное), габбро-амфиболиты, апогаббровые амфиболиты, диабазы и габбро-диабазы, аподиабазовые амфиболиты*, а также измененные по ним породы – *хлорит-тремолит-актинолитовые, биотит-хлорит-актинолитовые и актинолит-хлоритовые сланцы (актинолититы)* [4]. Большая часть комплекса сложена преимущественно метагабброидами (амфиболизированные габброиды), но встречаются и слабоизмененные разности габброноритов, оливиновых габбро и троктолитов, которые сохранили свои первоначальные магматические структуры.

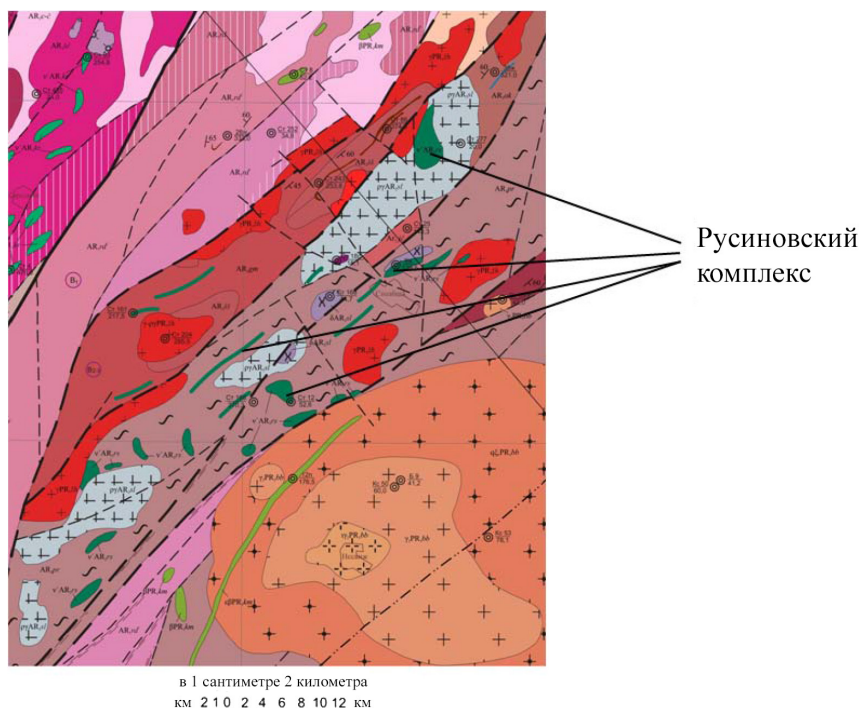


Рис. 1. Положение русиновского комплекса в структуре кристаллического фундамента (фрагмент геологической карты центральной части Беларуси масштаба 1:200000)

Fig. 1. The position of the Rusinovskiy complex in the structure of the crystalline basement (fragment of the geologic map of the central part of Belarus on a scale of 1: 200,000)

**Результаты и их обсуждение.** Петрохимически породы представляют собой группу (таблица), в которой содержание кремнезема в породах варьирует от 43 до 51 %. Для всех пород характерна низкая железистость ( $F_{\text{общ}} = 0,3\text{--}0,4$ ) и относительно низкая титанистость ( $t' = 2,3\text{--}5,5$ ) (кроме диабазов и аподиабазовых амфиболитов, в которых железистость достигает 0,7, а титанистость – до 17), низкая и умеренная глиноземистость ( $al' = 0,4\text{--}1,2$ ). Наиболее магнезиальными являются троктолиты и оливиновые габбронориты, а также измененные по ним породы – актинолититы. По соотношению кремнезема и щелочей большинство пород схожи с магнезиальными пикробазальтами и базальтами [5] и относятся к породам нормального ряда (рис. 2).

Троктолиты и оливиновые габбронориты составляют группу пород с самым высоким содержанием магния (до 19,9 %) и соответственно низкой общей железистостью ( $F_{\text{общ}} = 0,3$ ). В отличие от метагабброидов они отличаются также низкой глиноземистостью ( $al' = 0,4\text{--}0,5$ ).

Амфиболитизированные габброиды имеют более высокую глиноземистость, содержание  $Al_2O_3$  в некоторых разновидностях достигает 17 %. Для пород характерно повышенное содержание кальция (от 13–14 %). Содержание щелочей в них варьирует от 1,4 до 3,2 %. Актинолититы петрохимически близки к породам, по которым они образовались. Диабазы и аподиабазовые амфиболиты отличаются более высоким содержанием титана (до 1,8–2,4 %), железа и марганца, меньшим – магния и кальция, заметно также увеличение содержания щелочей – натрия и калия.

Для микроэлементного состава пород русиновского комплекса (таблица) характерна обедненность Ti (кроме диабазовых пород) и литофильными элементами – Sr, Ba, Zr, Nb, содержания которых в 2–7 раз ниже кларка пород по А. П. Виноградову [7] соответствующего состава. Во всех породах Sr преобладает над V (кроме диабазов), Ni над Co и Sr над Ba.

Отличающиеся высокой магнезиальностью базиты содержат повышенные по сравнению с кларками [7] количества Cr, Ni и Co, в некоторых разностях Mo. Метагабброиды также обогащены хромом, а V, Ni, Co и Mo присутствуют в количествах, близких к кларковым значениям. Содержания халькофильных элементов (Cu, Pb, Zn) в большинстве разновидностей габброидов близки к кларковым. Актинолититы наследуют геохимические особенности магнезиальных пород, выделяясь значительными содержаниями меди. Аномальные содержания (Cr – до 2000 г/т,

Ni – до 2000 г/т, Co – до 120 г/т, Cu – до 4000 г/т, V – до 500 г/т) приходится на актинолититы. К ним же в основном приурочены и зоны медно-никелевого оруденения, представленного линзовидными залежами сульфидов (пирит, пирротин, халькопирит, пентландит, сфалерит и др.).

Диабазам и их амфиболизированным разностям свойственны повышенные количества Ti и Sc, пониженные – Cr, Ni, Cu, Pb, Ba, Zr, Nb.

Дифференциация пород русиновского комплекса наглядно демонстрируется на вариационных диаграммах Харкера (рис. 3). В неизменных разностях пород ультраосновного-основного состава (троктолиты, оливиновые габбронориты и габбро) с повышением SiO<sub>2</sub> увеличивается

Среднее содержание оксидов (мас.%) в породах русиновского комплекса  
Average oxides content (wt.%) in the rocks of Rusinovsky complex

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	43,13	43,03	47,69	50,64	50,34	50,48	44,92	46,94	50,39
TiO <sub>2</sub>	0,28	0,23	0,18	0,29	0,36	0,38	0,25	1,88	2,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,83	11,94	19,08	17,27	15,70	14,41	14,25	14,29	14,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,87	4,66	1,13	1,02	1,56	1,54	2,39	5,39	4,76
FeO	6,45	5,26	5,48	4,89	5,06	5,28	6,81	8,92	8,95
MnO	0,16	0,15	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,25	0,24
MgO	18,72	19,93	10,57	9,06	10,09	10,97	16,22	7,22	4,76
CaO	8,62	7,23	11,86	13,52	13,27	13,69	9,49	10,57	8,40
Na <sub>2</sub> O	1,23	1,07	1,66	1,82	1,36	1,26	1,09	1,98	2,73
K <sub>2</sub> O	0,12	0,28	0,26	0,15	0,15	0,16	0,18	0,30	0,52
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,32	0,55
SO <sub>3</sub>	0,03	0,15	0,18	0,15	0,12	0,07	0,14	0,13	0,13
П.п.п	4,38	6,07	1,52	0,92	1,28	1,62	4,10	1,54	1,74
Сумма	99,83	100,01	99,74	99,88	99,46	100,03	100,02	99,71	99,83
F <sub>общ</sub>	0,34	0,34	0,39	0,40	0,40	0,39	0,37	0,67	0,74
t'	3,08	2,32	2,72	4,90	5,53	5,52	2,81	13,13	16,89
al'	0,52	0,40	1,12	1,19	0,97	0,86	0,67	0,66	0,78
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	1,35	1,35	1,92	1,97	1,51	1,42	1,27	2,28	3,25
Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O	10,12	4,99	9,67	13,39	9,46	8,05	6,30	6,79	5,90
n	7	2	3	8	5	6	7	4	3
Ti	1540	1100	1750	1330	2600	1750	1290	11600	14500
V	100	60	100	150	140	90	80	270	200
Cr	300	300	300	320	430	300	560	100	190
Ni	590	400	180	140	160	180	500	60	90
Co	150	90	50	50	50	40	110	60	50
Sc	20	20	50	40	40	50	20	40	50
Cu	130	50	70	100	40	70	420	60	80
Pb	5	6	3	5	5	4	4	3	5
Zn	90	70	70	70	60	60	130	160	100
Ag	0,2	–	0,1	0,1	–	0,1	0,3	0,1	0,1
Mo	2,0	1,5	1,3	1,1	1,1	1,1	1,6	1,5	1,4
Sn	1,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	–	1,8
Ga	12	10	12	11	12	12	8	14	15
Sr	210	250	400	250	260	430	160	300	380
Ba	100	150	150	180	200	190	160	100	200
Be	0,6	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	–	0,9
Zr	20	45	20	35	40	25	30	40	90
Nb	3	6	3	6	6	5	6	8	7
Y	8	18	15	12	15	20	11	31	20
Yb	0,9	1,8	1,8	1,0	1,5	2,0	1,1	2,0	1,8
n	7	2	2	11	5	4	10	4	9

Примечание: 1 – троктолиты, 2 – габбронориты оливиновые, 3 – габбро оливиновое, 4 – габбронориты амфиболизированные, 5 – габбро амфиболизированное, 6 – габбро-амфиболиты и апогаббровые амфиболиты, 7 – актинолититы, 8 – габбро-диабазы и диабазы, 9 – амфиболиты аподиабазовые;  $F_{\text{общ}} = (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO}) / (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO})$ , мас. % – общая железистость;  $t' = (\text{TiO}_2 \times 100) / (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ , мас. % – титанистость пород;  $al' = \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO})$ , мас. % – коэффициент глиноземности; n – количество проб.

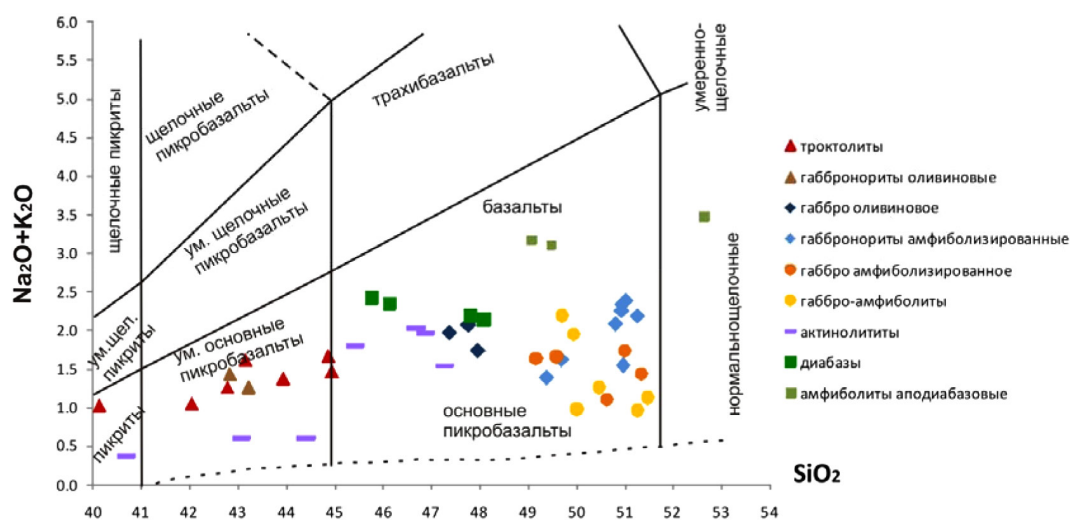


Рис. 2. Классификационная (TAS) диаграмма [6] для пород русиновского комплекса  
 Fig. 2. Classificational (TAS) diagram [6] of the rocks of Rusinovsky complex

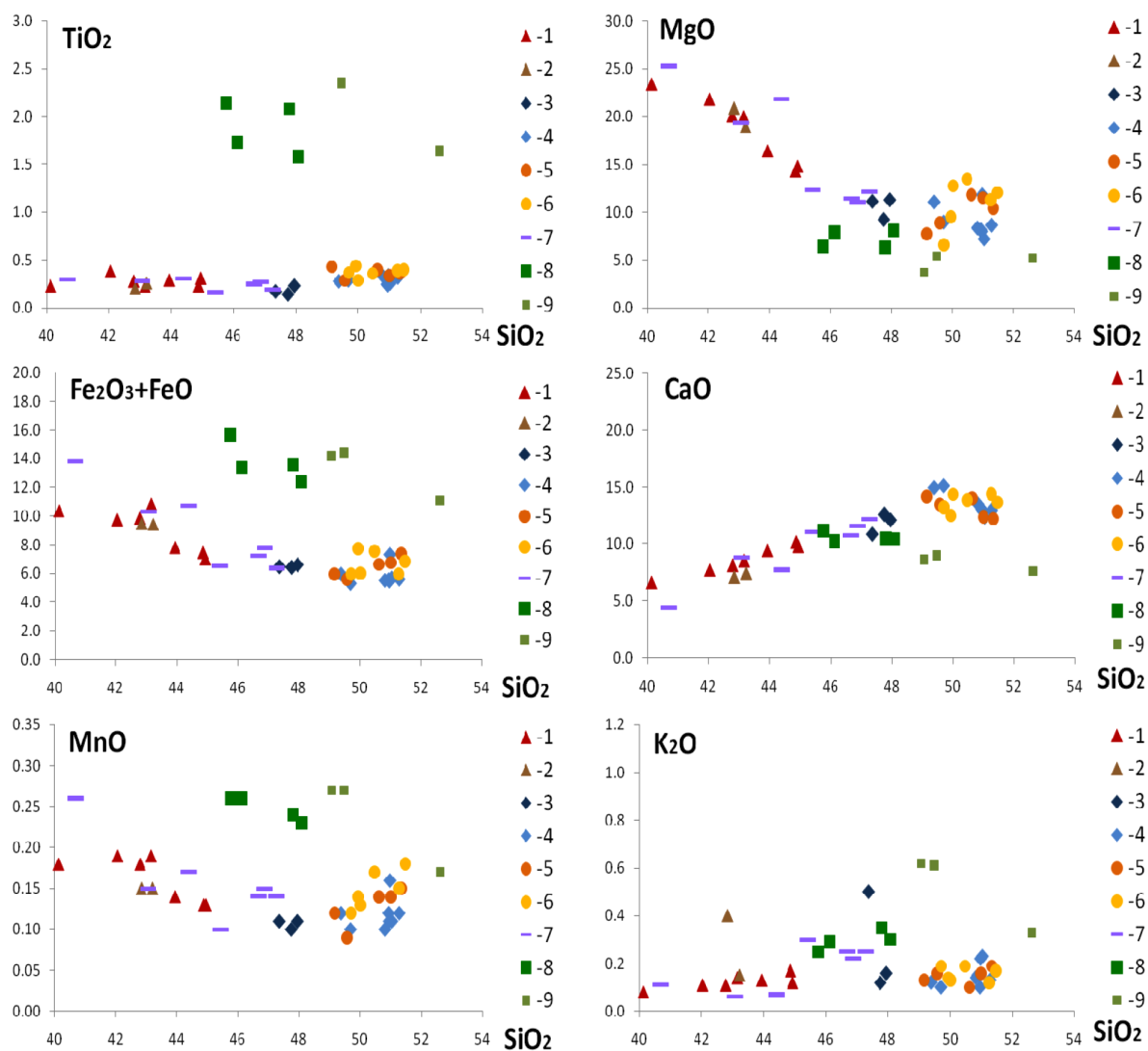


Рис. 3. Распределение оксидов относительно SiO<sub>2</sub> в породах русиновского комплекса (название пород см. таблицу)  
 Fig. 3. Oxide distribution in reference to SiO<sub>2</sub> in the rocks of Rusinovsky complex

содержание  $Al_2O_3$ , CaO,  $Na_2O$ , а железа, MnO и MgO, наоборот, уменьшается. Хорошо выраженная линейная зависимость в распределении петрогенных оксидов относительно  $SiO_2$  является свидетельством того, что главные разности пород, слагающие русиновский комплекс, представляют собой члены одного эволюционного ряда. На диаграммах также четко видны две линии дифференциации, одну из которых представляют габброиды и измененные по ним разности, а другую – диабазы и аподиабазовые амфиболиты.

**Заключение.** Отметим, что большинство пород русиновского комплекса относится к ряду основных горных пород с нормальной щелочностью. По величине соотношения  $Na_2O/K_2O$  они тяготеют к натриевой серии, по коэффициенту глиноземистости являются низко- и умеренно глиноземистыми, имеют высокую магнезиальность (габброиды) и титанистость (диабазовые породы). Породам свойственны относительно невысокие содержания железа (за исключением диабазов).

Для микроэлементного состава пород характерна обедненность литофильными (Sr, Ba, Zr, Nb) и некоторыми сидерофильными элементами (Ti, V), лишь в диабазах и аподиабазовых амфиболитах содержания Ti и V повышены. В ультраосновных породах (троктолиты и габбронориты оливиновые) отмечается повышенное содержание Cr, Ni и Co. В целом геохимическая специализация пород русиновского комплекса определяется как сидерофильная.

С учетом выявленных геохимических особенностей пород можно говорить о магнезиальном (габброиды) и титано-железистом (диабазы) типах базитов русиновского комплекса, которые, по-видимому, образовывались из разных по глубинности магматических источников, выявление которых представляет научно-практический интерес.

#### Список использованных источников

1. Железорудные формации докембрия Белоруссии / А. С. Махнач [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1974. – 144 с.
2. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка / С. А. Кручек [и др.]. – Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. – 282 с.
3. Таран, Л. Н. Базит-ультрабазиты Столбцовского массива (русиновский комплекс) в фундаменте центральной части Беларуси и перспективы их золото-платиноносности / Л. Н. Таран, В. В. Варакса // Литасфера. – 2012. – № 1 (36). – С. 123–136.
4. Козинцева, М. П. Петрография габброидов Столбцовского массива / М. П. Козинцева // Литасфера. – 2012. – № 1 (36). – С. 69–75.
5. Магматические горные породы: в 6 т. / Е. Д. Андреева [и др.]. – М.: Наука, 1985. – Т. 3. Основные породы. – 487 с.
6. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд. 3-е, исправ. и доп. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. – 200 с.
7. Виноградов, А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А. П. Виноградов // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555–571.

#### References

1. Makhnach A. S., Dominikovskiy G. G., Pasiukevich V. I., Stasevich A. I., Shvarkov S. L., Kolotovskiy A. S., Ilkevich G. I. *Iron ore formations of Precambrian of Byelorussia*. Minsk, Nauka i tekhnika, 1974. – 144 p. (in Russian).
2. Kruchek S. A., Matveyev A. V., Yakubovskaya T. V. et. al. *Stratigraphic charts of precambrian and phanerozoic deposits of Belarus. Explanatory Note*. Minsk: State Enterprise «BelNIGRI», 2010. 282 p. (in Russian).
3. Taran L. N., Varaksa V. V. Basite-ultrabasite of the Stolbtsy massif (Rusinovka complex) in the basement of the central part of Belarus and their prospects for PGE and gold. *Litasfera = Lithosphere*, 2012, no. 1 (36), pp. 123–136 (in Russian).
4. Kozintseva M. P. Petrography of gabbroids from the Stolbtsy massif. *Litasfera = Lithosphere*, 2012, no. 1 (36), pp. 69–75 (in Russian).
5. Andreeva E. D., Bogatkov O. A., Borsuk A. M., Sharkov E. V. *Magmatic rocks. Volume 3. Main rocks*. Moscow, Nauka Publ., 1985. 487 p. (in Russian).
6. Zhdanov V. V. (et al.) *Petrographic Code of Russia. Magmatic, metamorphic, metasomatic, impact formations. Third edition, revised and enlarged*. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2008. 200 p. (in Russian).
7. Vinogradov A. P. Average content of chemical elements in the main types of igneous rocks of the Earth's crust. *Geokhimiya = Geochemistry International*, 1962, no. 7, pp. 555–571 (in Russian).

#### Информация об авторах

Гуринович Марина Петровна – вед. инженер отдела геологии и минерагении кристаллического фундамента, филиал «Институт геологии», Государственное предприятие «НПЦ по геологии» (ул. Купревича, 7, 220141, Минск, Республика Беларусь). E-mail: marfapk88@mail.ru, kozintseva.marina@gmail.com

#### Information about the authors

Marina P. Hurynovich – Leading engineer, Institute for Geology, State Enterprise «Research and Production Center for Geology» (7, Kuprevich Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: marfapk88@mail.ru, kozintseva.marina@gmail.com