

ment of the Volga-Ural gas-oil province and its geological significance]. Moscow, Nedra, 1967, 174 p. (In Russian).

9. Chebanenko I.I., Krayushkin V.A., Klochko V.P., Evdoshchuk N.I., Dovzhok T.E., Gladun V.V. Neft i gaz v dokembrii Dneprovsko-Donetskogo avlakogena [Precambrian oil and gas of the Dnieper-Donets Aulacogen]. *Geologiya nefi i gaza – Geology of Oil and Gas*, 2004, no. 2. pp. 27–36. (In Russian).
10. Masagutov R.Kh. Litologo-stratigraficheskaya kharakteristika i paleogeografiya pozdnego dokembriya Bashkirskogo Priuralya [Lithological and stratigraphic characteristics and paleogeography of the Late Precambrian in the Bashkir Urals]. Moscow, Nedra, 2002, 223 p. (In Russian).
11. Masagutov R.Kh., Ivanova T.V., Ivanov D.I. Naftidogenez i perspektivy neftegazonosnosti rifeyskikh otlozheniy platformennogo Bashkortostana [Naphide genesis and petroleum prospects of Riphean deposits of platform Bashkortostan]. Ufa, Skif, 2014, 160 p. (In Russian).
12. Pospelov V.V. Kristallicheskiy fundament: geologo-geofizicheskie metody izucheniya kollektorskogo potentsiala i neftegazonosnosti [Crystalline basement: Geological and geophysical methods of studying the reservoir properties and oil potential]. Moscow, Izhevsk, Institut kompyuternykh issledovaniy, 2005, 260 p. (In Russian).
13. Kremlev A.N., Erokhin G.N., Starikov L.E., Zverev M.A. Prognoz kollektorov treshchinno-kavernoznogo tipa po rasseyannym seymicheskim volnam [Forecast of fractured-cavernous type reservoirs by scattered seismic waves]. *Tekhnologii seysmorazvedki – Seismic Technologies*, 2008, no. 3. pp. 36–39. (In Russian).
14. Kuryanov Yu.A., Kuznetsov V.I., Koksharov V.Z., Smirnov V.Yu. Opyt ispolzovaniya polya rasseyannykh seymicheskikh voln dlya prognoza zon neftegazonasyschennosti. [Experience in using the scattered seismic wave field to predict areas of oil-and-gas saturation]. *Tekhnologii seysmorazvedki – Seismic Technologies*, 2008, no 1, pp. 60–69. (In Russian).

УДК 553.43

DOI: 10.24411/1728-5283-2019-10203

## **ВОЗНЕСЕНСКОЕ МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ): СТРУКТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ ОРУДЕНЕНИЯ И ГЕОХИМИЯ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД**

© **С.Е. Знаменский**,  
доктор геолого-минералогических  
наук,  
заведующий лабораторией,  
Институт геологии,  
Уфимский федеральный  
исследовательский центр РАН,  
ул. К. Маркса, 16/2,  
450077, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: Znamensky\_Sergey@mail.ru

© **Г.Т. Шафигуллина**,  
кандидат геолого-минералогических  
наук,  
старший научный сотрудник,  
Институт геологии,  
Уфимский федеральный  
исследовательский центр РАН,  
ул. К. Маркса, 16/2,  
450077, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: shafigullina\_g@mail.ru

Выполнены структурные и геохимические исследования на Вознесенском медно-порфировом месторождении, расположенном в зоне Главного Уральского разлома на Южном Урале. Химический состав пород определялся с помощью силикатного анализа, рентгено-флуоресцентным методом на спектрометре VRA-30, а также методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на квадрупольном масс-спектрометре ELAN 9000. Установлено, что медно-порфировая минерализация ассоциирует с дайками кварцевых диорит-порфиров, гранодиорит-порфиров и плагиогранит-порфиров, локализованными внутри Вознесенского габбро-диорит-диоритового массива ( $D_1$ ). Размещение рудоносных порфировых интрузий контролируется разрывами близмеридионального, северо-восточного и северо-западного простирания, образующими правосдвиговую зону. Роговообманковые габбро-диориты, диориты и гранодиориты, слагающие Вознесенский массив, и гранитоиды рудоносной дайковой серии по петрохимическим и геохимическим характеристикам близки между собой, что позволяет рассматривать их в качестве генетически родственных образований, представляющих собой разные фазы становления Вознесенской интрузии. По соотношениям  $Na_2O + K_2O$  и  $SiO_2$  они относятся к породам нормальной щелочности. На диаграмме  $(Na_2O + K_2O) - (FeO + Fe_2O_3) - MgO$

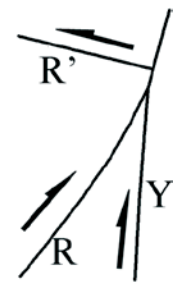
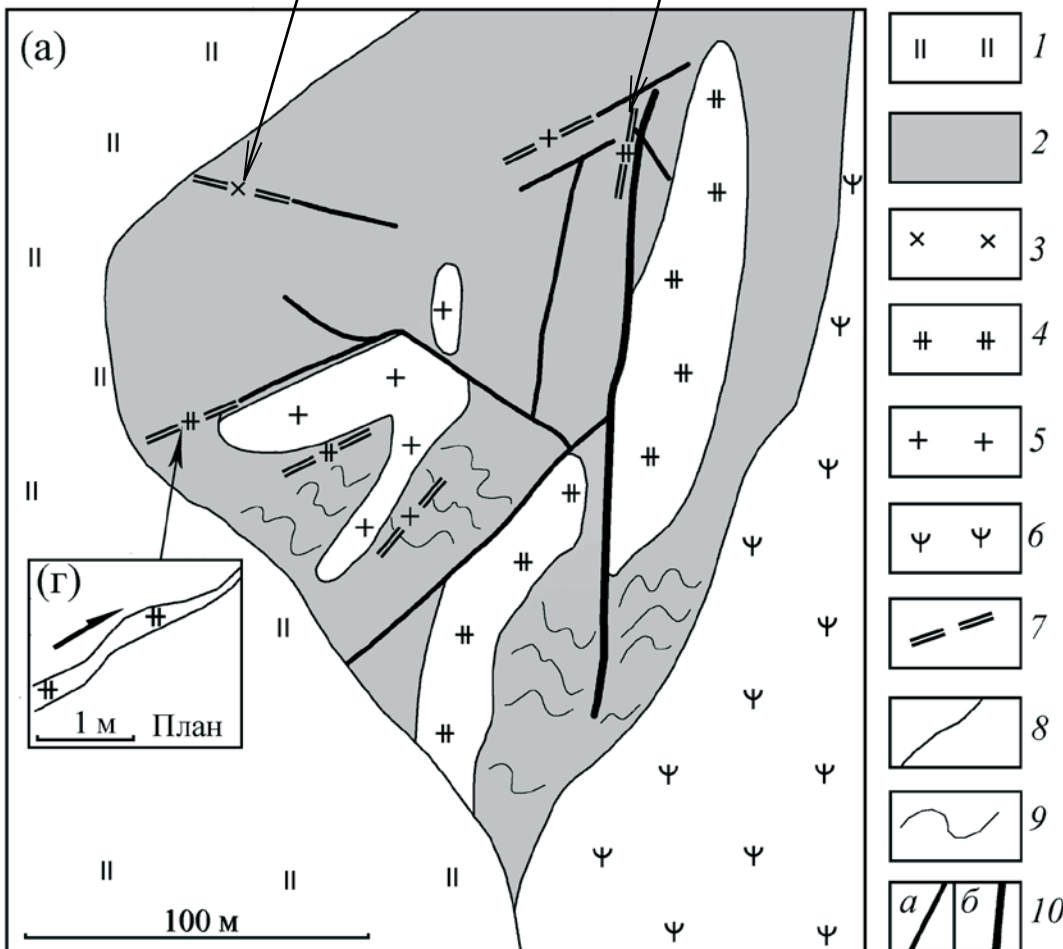
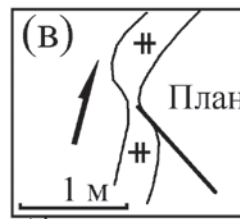






Рис. 1. Геолого-структурная схема Вознесенского медно-порфирового месторождения (а). На фотографии (б) и в разках (в, г) приведены примеры определения направления смещения по разрывам, вмещающим дайки

Примечание – 1 – четвертичные отложения; 2 – роговообманковые габбро-диориты, диориты и гранодиориты Вознесенского массива; 3–5 – дайковая серия: 3 – диорит-порфиры, 4 – гранодиорит-порфиры, 5 – плагиогранит-порфиры, 6 – серпентиниты, 7 – дайки (показаны вне масштаба); 8 – геологические границы; 9 – полосчатость в диоритоидах Вознесенского массива; 10 – магма-рудоконтролирующие разрывы (а), в т. ч. разлом, вмещающий основное рудное тело (б)







Т А Б Л И Ц А – (окончание)

№п/п	В3-1	В-18/10	В3-2	В-18/2	В-18/4	В-18/6	В-18/7-1
SiO <sub>2</sub>	57,00	70,00	70,00	78,00	78,0	78,00	78,00
TiO <sub>2</sub>	0,54	0,57	0,10	0,29	0,26	0,29	0,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,00	15,50	14,00	11,0	11,00	11,00	11,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,82	1,13	1,30	1,00	1,00	0,80	0,90
FeO	3,98	2,87	1,07	1,30	1,30	1,07	1,07
MnO	0,10	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
CaO	3,55	1,40	2,40	1,70	1,40	1,20	0,85
MgO	3,20	2,00	2,40	0,60	0,80	1,20	1,20
Na <sub>2</sub> O	3,70	3,30	5,00	3,00	3,50	3,75	3,75
K <sub>2</sub> O	3,50	1,20	1,00	1,00	0,60	1,80	1,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,13	0,01	0,16	0,11	0,06	0,08
ппп	3,44	1,68	2,62	2,66	2,30	1,14	1,96
∑	99,95	99,8	99,92	100,73	100,29	100,33	100,21
Co	11,78	6,084	5,68	2,99	2,32	4,37	2,75
Ni	6,51	5,19	13,910	7,14	5,09	3,64	4,30
Cu	585,35	812,9	334,77	231,48	834,78	621,17	402,58
Zn	73,12	22,19	23,69	9,91	7,87	11,03	11,04
Ga	15,09	8,64	8,98	6,22	6,76	7,55	7,19
Rb	25,89	17,14	8,22	10,48	6,67	17,53	7,98
Sr	219,8	134,47	234,29	189,05	125,65	149,15	60,89
Y	8,89	4,06	4,26	1,07	3,89	2,35	1,48
Zr	30,37	32,4	41,08	29,33	38,24	42,18	33,72
Nb	1,75	1,48	1,96	1,25	1,66	1,06	0,93
Cs	1,23	0,84	0,54	0,78	0,39	0,77	0,27
Ba	239,05	155,66	131,30	179,65	62,40	214,99	127,52
La	2,42	3,53	4,43	2,60	6,06	2,97	3,21
Ce	5,29	6,13	7,36	4,23	11,22	5,74	6,07
Pr	0,78	0,75	0,97	0,52	1,29	0,69	0,76
Nd	3,69	2,79	3,41	1,85	4,62	2,52	2,70
Sm	1,04	0,58	0,64	0,28	0,79	0,46	0,46
Eu	0,32	0,17	0,18	0,11	0,19	0,12	0,11
Gd	1,17	0,56	0,53	0,20	0,59	0,36	0,31
Tb	0,20	0,082	0,08	0,02	0,07	0,05	0,03
Dy	1,35	0,600	0,56	0,16	0,51	0,37	0,25
Ho	0,30	0,13	0,12	0,03	0,11	0,08	0,05
Er	0,95	0,42	0,43	0,11	0,36	0,29	0,17
Tm	0,14	0,07	0,07	0,02	0,05	0,04	0,03
Yb	0,93	0,50	0,53	0,16	0,46	0,37	0,24
Lu	0,14	0,08	0,09	0,03	0,08	0,06	0,04
Hf	0,84	0,93	1,25	0,74	1,07	1,17	1,02
Ta	0,07	0,10	0,18	0,08	0,16	0,10	0,13
Pb	3,25	1,35	1,39	0,84	0,65	0,43	0,99
Th	0,85	2,74	2,99	3,21	5,05	2,75	2,27
U	0,61	0,57	1,01	0,44	0,75	0,47	0,79

Примечание – прочерк – не определялось. Вознесенский массив: БК-5/1, БК-7-12, 22-16/1, 23-16/1 – габбро-диориты; В-18/1, 24-16/3 – диориты; В-18/5 – гранодиорит. Дайковая серия: В3-1 – кварцевый диорит-порфирит; В-18/10, В3-2 – гранодиорит-порфиры; В-18/2, В-18/4, В-18/6, В-18/7-1 – плагиогранит-порфиры

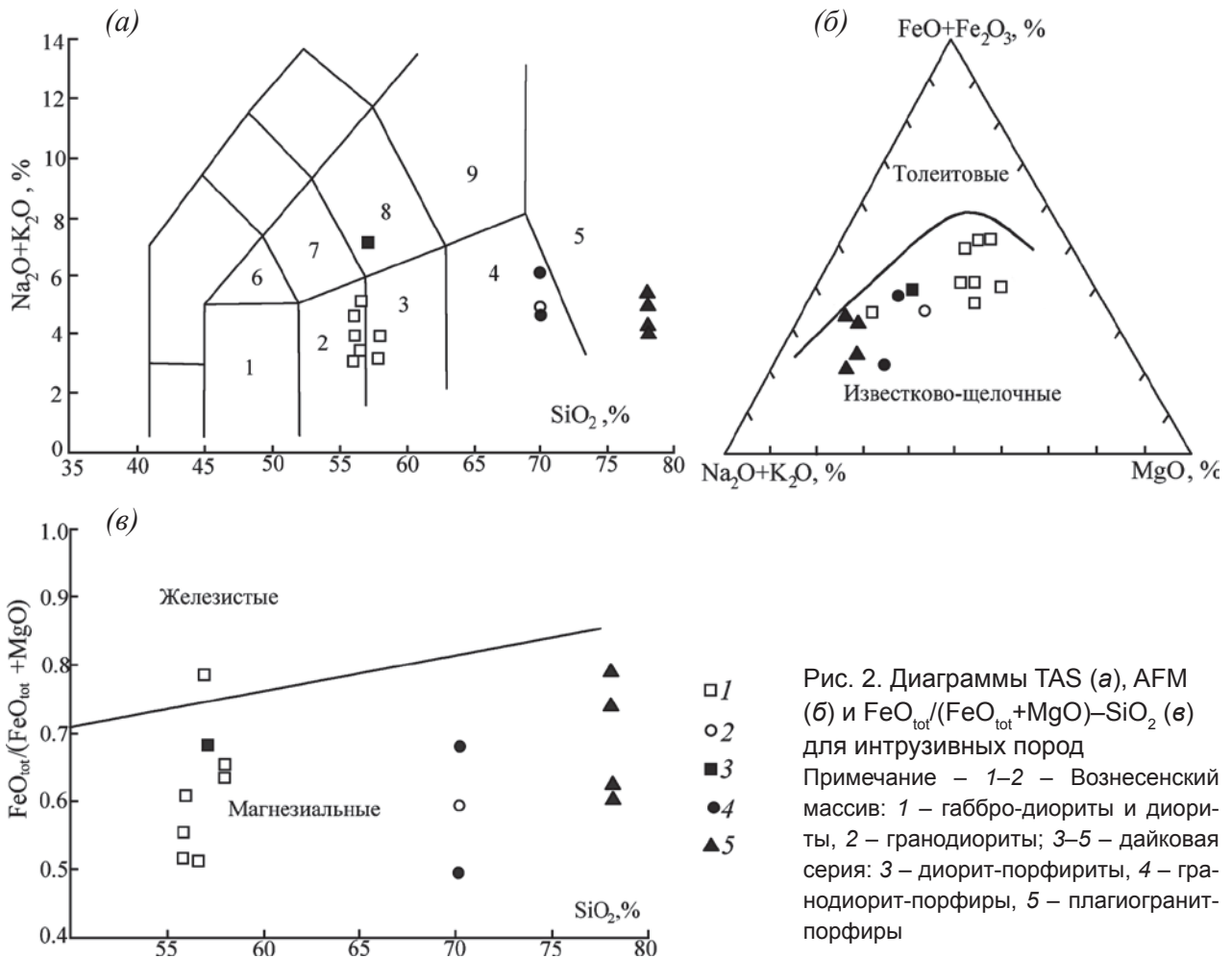


Рис. 2. Диаграммы TAS (а), AFM (б) и  $FeO_{tot}/(FeO_{tot}+MgO)-SiO_2$  (в) для интрузивных пород  
Примечание – 1–2 – Вознесенский массив: 1 – габбро-диориты и диориты, 2 – гранодиориты; 3–5 – дайковая серия: 3 – диорит-порфириты, 4 – гранодиорит-порфиры, 5 – плагиогранит-порфиры

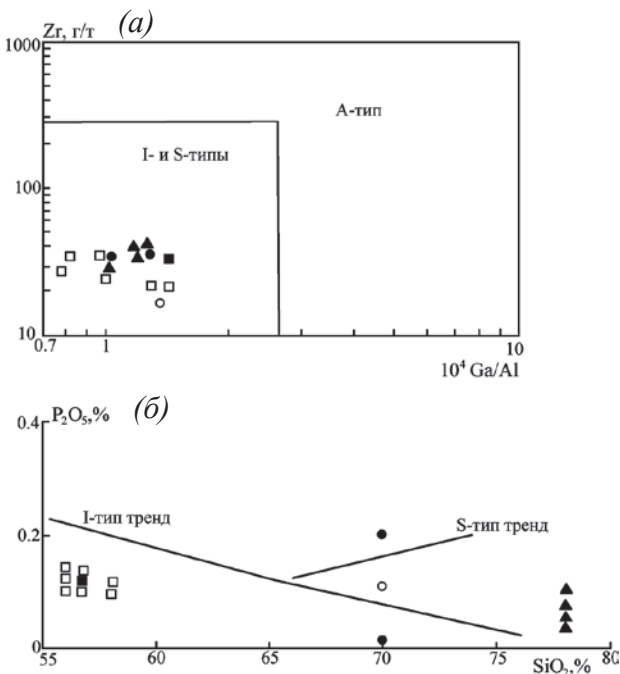


Рис. 3. Диаграммы  $Zr-10^4Ga/Al$  (а) и  $P_2O_5-SiO_2$  (б) для интрузивных пород  
Примечание – Условные обозначения см. на рис. 2

Как видно из приведенных выше данных, по петрохимическим и геохимическим характеристикам породы Вознесенского массива и гранитоиды дайковой серии близки между собой, что позволяет рассматривать их в качестве комагматичных образований. По всей вероятности, они представляют собой разные фазы становления Вознесенской интрузии.

**Выводы**

Медно-порфировое оруденение Вознесенского месторождения ассоциирует с дайками кварцевых диорит-порфиритов, гранодиорит-порфиритов и плагиогранит-порфиритов. Размещение рудоносных порфировых интрузий контролируется вторичными разрывами близмеридиональной правосдвиговой зоны, образовавшейся внутри Вознесенского массива. Роговообманковые габбро-диорит,



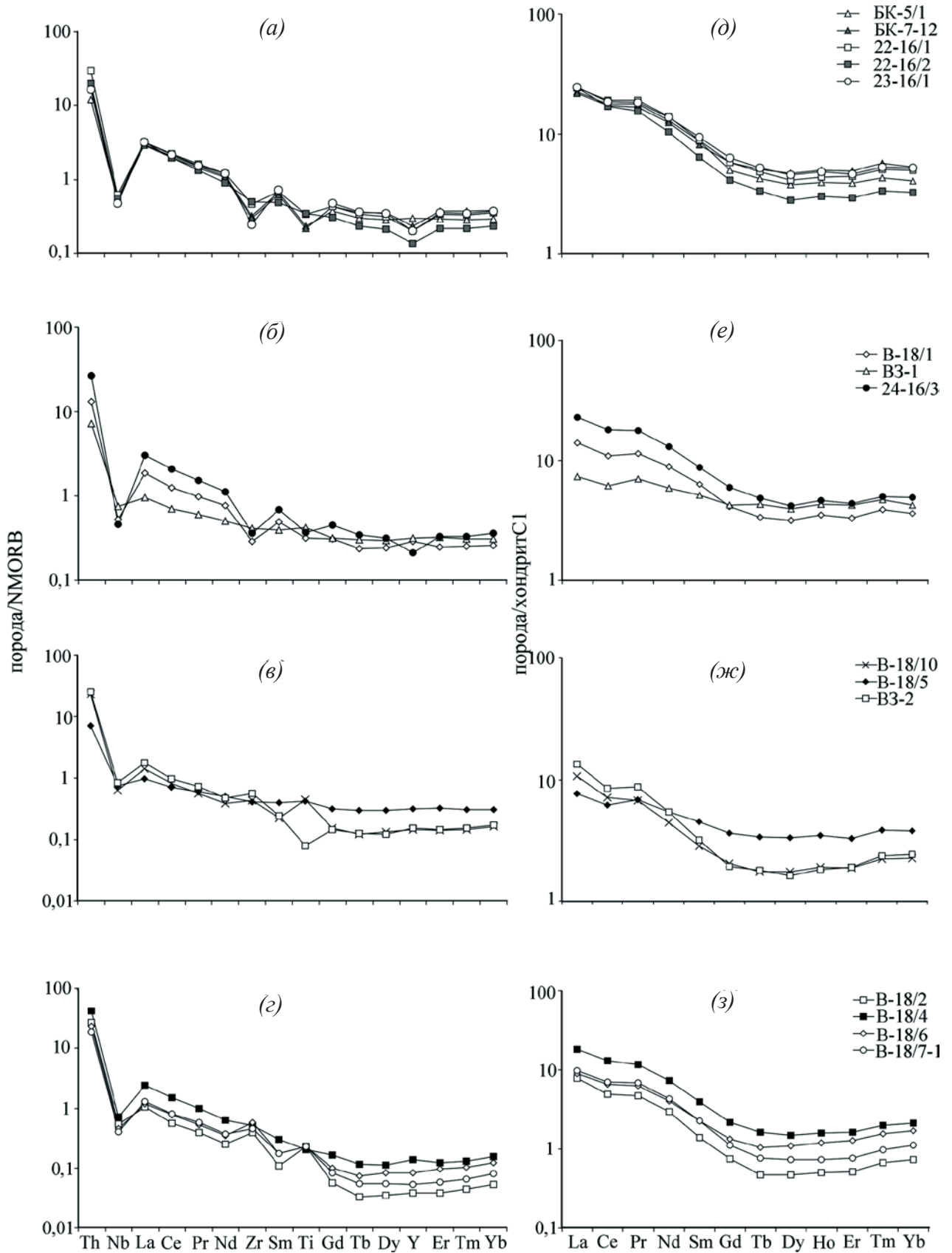


Рис. 4. Тренды распределения редких и редкоземельных элементов в габбро-диоритах (а, д), диоритах (б, е), гранодиоритах (в, ж) и плагиогранитах (з, з)

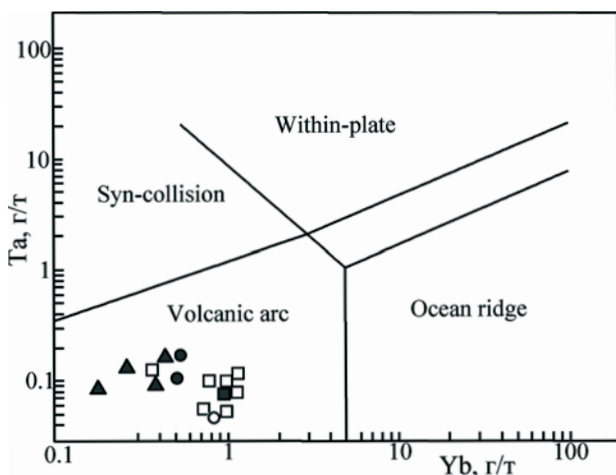


Рис. 5. Диаграмма Та–Уб для интрузивных пород  
Примечание – условные обозначения см. на рис. 2

диориты и гранодиориты, слагающие Вознесенский массив, и гранитоды рудоносной дайковой серии по петрохимическим и геохимическим характеристикам близки между собой и являются комагматичными образованиями. Они представляют собой островодужные известково-щелочные магнезиальные магматиты нормальной щелочности, относящиеся к гранитоидам I-типа.

### ЛИТЕРАТУРА

- Кривцов А.И. Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфировых месторождений. М.: Недра, 1983. 256 с.
- Шишаков В.Б., Сергеева Н.Е., Сурин С.В. Вознесенское медно-порфировое месторождение на Южном Урале // Геология рудных месторождений. 1988. № 2. С. 85–90.
- Грабежев А.И., Белгородский Е.А. Продуктивные гранитоиды и метасоматиты медно-порфировых месторождений. Екатеринбург: Наука, Урал. Отделение, 1992. 199 с.
- Новые данные о возрасте и геодинамической позиции медно-порфировых проявлений зоны Главного Уральского разлома на Южном Урале / Косарев А.М., Пучков В.Н., Ронкин Ю.Л., Серавкин И.Б., Холоднов В.В., Грабежев А.И // Доклады Академии наук. 2014. Т. 459. № 1. С. 62–66.
- Рудные районы с медно-порфировым оруденением – перспективная минерально-сырьевая база меди Южного Урала / Андреев А.В., Гирфанов М.М., Куликов Д.А., Мигачев И.Ф., Минина О.В., Авилова О.В., Красносельских А.А., Старостин И.А., Черемисин А.А. // Отечественная геология. 2018. № 4. С. 3–17.
- Sylvester G. Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin, 1988. V. 1000. № 11. P. 1666–1703.
- Corbett G.J., Leach T.M. Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralization. Special Publications of the Society of Economic Geologists, 1998. No. 6/ 214 p.
- Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D. A geochemical classification for granitic rocks // J. Petrology. 2001. V. 42. P. 2033–2048.
- Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. A-type granites: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis // Contrib. Miner. Petrol. 1987. V. 95. P. 407–419.
- Chappell B.W., White A.J.R. I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt // Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences. 1992. V. 83. P. 1–26.
- Pearce J.A. Immobile element fingerprinting of ophiolites // Elements. 2014. V. 10. P. 101–108.
- Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrology. 1984. V. 25. P. 956–983.

### REFERENCES

- Krivtsov A.I. Geologicheskie osnovy prognozirovaniya i poiskov medno-porfirovykh mestorozhdeniy [Geological principles of forecasting and prospecting porphyry copper deposits]. Moscow, Nedra, 1983. 256 p. (In Russian).
- Shishakov V.B., Sergeeva N.E., Surin S.V. Voznesenskoe medno-porfirovoe mestorozhdenie na Yuzhnom Urale. Geologiya rudnykh mestorozhdeniy [The Voznesenskoe porphyry copper deposit in the South Urals]. Geologiya rudnykh mestorozhdeniy – Geology of Ore Deposits, 1988, no 2, pp. 85–90. (In Russian).
- Grabezhev A.I., Belgorodsky E.A. Produktivnye granitoidy i metasomatity medno-porfirovykh mestorozhdeniy [Productive granites and metasomatites of porphyry copper deposits]. Ekaterinburg, Nauka, Uralskoe Otdelenie, 1992, 199 p. (In Russian).

4. Kosarev A.M., Puchkov V.N., Ronkin Yu.L., Seravkin I.B., Kholodnov V.V., Grabezhev A.I. Novye dannye o vozraste i geodinamicheskoy pozitsii medno-porfirovykh proyavleniy zony Glavnogo Uralskogo razloma na Yuzhnom Urale [New data on the age and geodynamic position of copper porphyry mineralization in the Main Uralian fault zone (South Urals)]. Doklady Earth Sciences, 2014, vol. 459, no. 1, pp. 1317–1321. (In Russian).
5. Andreev A.V., Girfanov M.M., Kulikov D.A., Migachev I.F., Minina O.V., Avilova O.V., Krasnoselskikh A.A., Starostin I.A., Cheremisin A.A. Rudnye rayony s medno-porfirovym orudneniem – perspektivnaya mineralno-syryevaya baza medi Yuzhnogo Urala [Ore fields with porphyry copper mineralization as a promising mineral base in the South Urals]. Otechestvennaya geologiya – Russian Geology, 2018, no. 4, pp. 3–17. (In Russian).
6. Sylvester G. Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin, 1988, vol. 1000, no. 11, pp. 1666–1703.
7. Corbett G.J., Leach T.M. Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralization. Special Publications of the Society of Economic Geologists, 1998, no. 6. 214 p.
8. Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D. A geochemical classification for granitic rocks. J. Petrology, 2001, vol. 42, pp. 2033–2048.
9. Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. A-type granites: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contrib. Miner. Petrol., 1987, vol. 95, pp. 407–419.
10. Chappell B.W., White A.J.R. I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 1992, vol. 83, pp. 1–26.
11. Pearce J.A. Immobile element fingerprinting of ophiolites. Elements, 2014, vol. 10, pp. 101–108.
12. Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petrology, 1984, vol. 25, pp. 956–983.

*Полевые работы проведены в рамках программы государственного заказа №0246-2019-0078. Геохимические исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и АН РБ (грант №№ 17-45-020717).*

УДК 550.4+628.11+628.19

DOI: 10.24411/1728-5283-2019-10204

## ВЛИЯНИЕ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД НА КАЧЕСТВО ВОДЫ РЕК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

© **Н.С. Миниغازимов,**  
доктор технических наук,  
профессор,  
Башкирский государственный  
аграрный университет,  
ул. 50-летия Октября, 34,  
450001, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: Nail.Minigazimov@mail.ru

© **Б.Н. Батанов,**  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор,  
Башкирский государственный  
аграрный университет,  
ул. 50-летия Октября, 34,  
450001, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: bnbatanoff@gmail.com

Загрязнение поверхностных водных объектов происходит по следующим причинам: организованный сброс очищенных сточных вод предприятий и населенных пунктов, организованный и неорганизованный сброс поверхностного стока (талых и дождевых вод), атмосферный перенос загрязнителей, разгрузка подземных вод, кислотные дожди и др. Наибольшее воздействие на качество речных вод оказывает сброс сточных вод предприятий и населенных пунктов. На втором месте по массе сбрасываемых загрязняющих веществ – поверхностный сток, хотя есть данные о том, что доля сброса загрязнителей в реки с поверхностным стоком может достигать половины от всей массы сбрасываемых веществ, при этом значительная доля поверхностного стока сбрасывается без очистки.

Целью данной статьи является оценка влияния сброса сточных вод предприятий и населенных пунктов на состояние воды рек Республики Башкортостан (РБ). Особое внимание в исследованиях уделено оценке влияния сброса сточных вод в границах 2-го и 3-го поясов зон санитарной охраны (ЗСО) водозаборов централизованных систем питьевого водоснабжения