



УДК 622.5:556.3

**ПРОГНОЗ УПРАВЛЯЕМОГО ВОДОПониЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ
ОБРАТНОЙ ЗАКАЧКИ ДРЕНАЖНЫХ РАССОЛОВ РУДНИКА «МИР»**

**PROGNOSIS OF THE MANAGED DEWATERING PROCESS AND THE
DEVELOPMENT OF REINJECTION SYSTEM OF DRAINAGE BRINES
OF THE MINE “MIR”**

Л.А. Еланцева, С.В. Фоменко

L.A. Elanceva, S.V. Fomenko

Научно-технический и экспертный центр новых экотехнологий в гидрогеологии и гидротехнике «НОВОТЭК», Россия, 308002, Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 131

“NOVOTEC” scientific and technical center for new environmental technology and hydraulic engineering hydrogeology (SEC), 131 B. Khmel'nitskogo Ave, Belgorod, 308002, Russia

E-mail: LAElanceva@novotek15.ru; SVFomenko@rambler.ru

Аннотация

Рассмотрено решение прогнозных задач по управляемому водопонижению и развитию системы обратной закачки дренажных рассолов в осушаемый метегеро-ичерский водоносный комплекс. Выяснено, что региональная гидродинамическая обстановка существенно не изменится в пределах относительно высокопроницаемой зоны вдоль Восточного разлома, отграниченной от области разгрузки подземных вод (карьер «Мир») гидродинамическим барьером (Восточный разлом), за которым расположены участки закачки дренажных рассолов, так как там происходит выравнивание уровней подземных вод.

Abstract

The reviewed solution of the prognosis tasks for managed dewatering and the development of the reinjection system of drainage brines back to drainage metegero-ichercal aquifer system. It was found out that the regional hydrodynamic situation will not change significantly within the relatively high permeability zone along the Eastern fault, delimited from the groundwater discharge area (Mir Quarry) by a hydrodynamic barrier (East fault), behind which the drainage brine injection sites are located, groundwater levels.

Ключевые слова: дренажные рассолы, управляемое водопонижение, система обратной закачки, численная модель, прогнозные задачи.

Keywords: drainage brines, managed dewatering, reinjection system, numerical model, prognosis tasks.

При отработке месторождения подземным способом важнейшей проблемой является решение задач по управляемому водопонижению и захоронению дренажных рассолов обратно в осушаемый метегеро-ичерский водоносный горизонт (МИВК) [Мироненко, Румынин, 1999; Дроздов и др., 2008; Колганов и др., 2013; Атрощенко, 2014], подземные воды которого представляют собой высоконапорные рассолы с содержанием токсичных взрывоопасных газов.

Защита рудника «Мир» от затопления осуществляется системой «сухой» консервации карьера, включающей засыпку дна карьера вскрышными породами до отметки –145 м, прокладку в теле засыпки пленочного экрана (отм. –159 м), проходку в долеритовой дайке на отм. –152 м водоотливной штольни, сопряженной с 4 водоотливными скважинами с погружными насосами RITZ, сооруженными с бермы карьера (отм. +235 м). На дне карьера (отм. –190–176 м) отсыпан дренажный слой из



долеритового щебня и сооружены наклонно-восстающие дренажные скважины для отвода рассолов и снятия гидростатического давления на кровлю рудного тела (рис. 1).

С целью снижения проскока воды через предохранительный целик в рудное тело сооружена разветвленная система субгоризонтальных и наклонно-восстающих дренажных скважин серии ТД (трезубец дренажный) и дренажные скважины в борт карьера.

В 2016 г. откачка воды из шахтного и карьерного водоотливов составляла 1300–1400 м³/ч: насосами RITZ откачивали 450–460 м³/ч, контролируемо-управляемый водоперехват выработками Трезубца и дренажными скважинами в борт карьера составлял 800–880 м³/ч, проскок воды через эксплуатационный блок № 1 – 60–65 м³/ч.

В системе осушения учтена специфическая особенность водопритока в рудник за счет проскока из метегеро-ичерского водоносного горизонта: водоприток является регулируемым, так как обусловлен регулируемой работой скважин, дренирующих подэкранный массив.

Откачиваемые дренажные воды подаются в рассолонакопитель, расположенный в 8 км от карьера в верховье ручья Тымтайдаах, являющегося левым притоком реки Малая Ботуобия.

Сброс рассолов из накопителя проводится в осушаемый метегеро-ичерский водоносный комплекс через поглощающие скважины, сооруженные на участке обратной закачки за Восточным разломом (СОЗ).

С начала эксплуатации СОЗ (1990–2016 гг.) в метегеро-ичерский водоносный комплекс закачано свыше 270 млн м³ рассолов. Объемы закачки, как правило, превышали объемы водоотлива на 10–20%.

Химический состав складываемых вод в накопителе определяется составом и объемами дренажных рассолов и атмосферных осадков. Минерализация закачиваемых рассолов изменяется в пределах 80–130 г/л. Минимальные значения минерализации характерны для теплого времени года (июнь–сентябрь), когда происходит разбавление дренажных рассолов атмосферными водами.

Прогноз управляемого водопонижения и развития системы обратной закачки дренажных рассолов выполнен НТЦ «НОВОТЭК» с использованием разработанной численной гидродинамической модели.

Водоносная толща пород реализована в расчетной модели в районе карьера «Мир» как многослойная, состоящая из четырех слоев.

Верхний слой представлен водоносными метегеро-ичерскими отложениями (известняками, доломитами, мергелями с прослоями линз гипсо-ангидритов) общей мощностью 150 м.

Второй слой включает противофильтрационный экран мощностью 25 м.

К третьему слою отнесен дренажно-защитный слой, представленный высокопроницаемыми дренажными диабазовыми породами, мощностью 20 м.

Четвертый слой отвечает предохранительному рудному целику мощностью 20 м.

За пределами карьера водоносная толща реализована на модели как однослойная, представленная метегеро-ичерскими водоносными отложениями.

Моделирование проводилось с использованием входящей в лицензионный пакет GMS программы MODFLOW, реализующей пространственную фильтрацию подземных вод методом конечных разностей в многослойной толще.

Прогноз изменения гидродинамического режима подземных вод и водопритоков к элементам системы «сухой» консервации карьера «Мир» осуществлялся при различных режимах закачки рассолов в метегеро-ичерский водоносный комплекс.

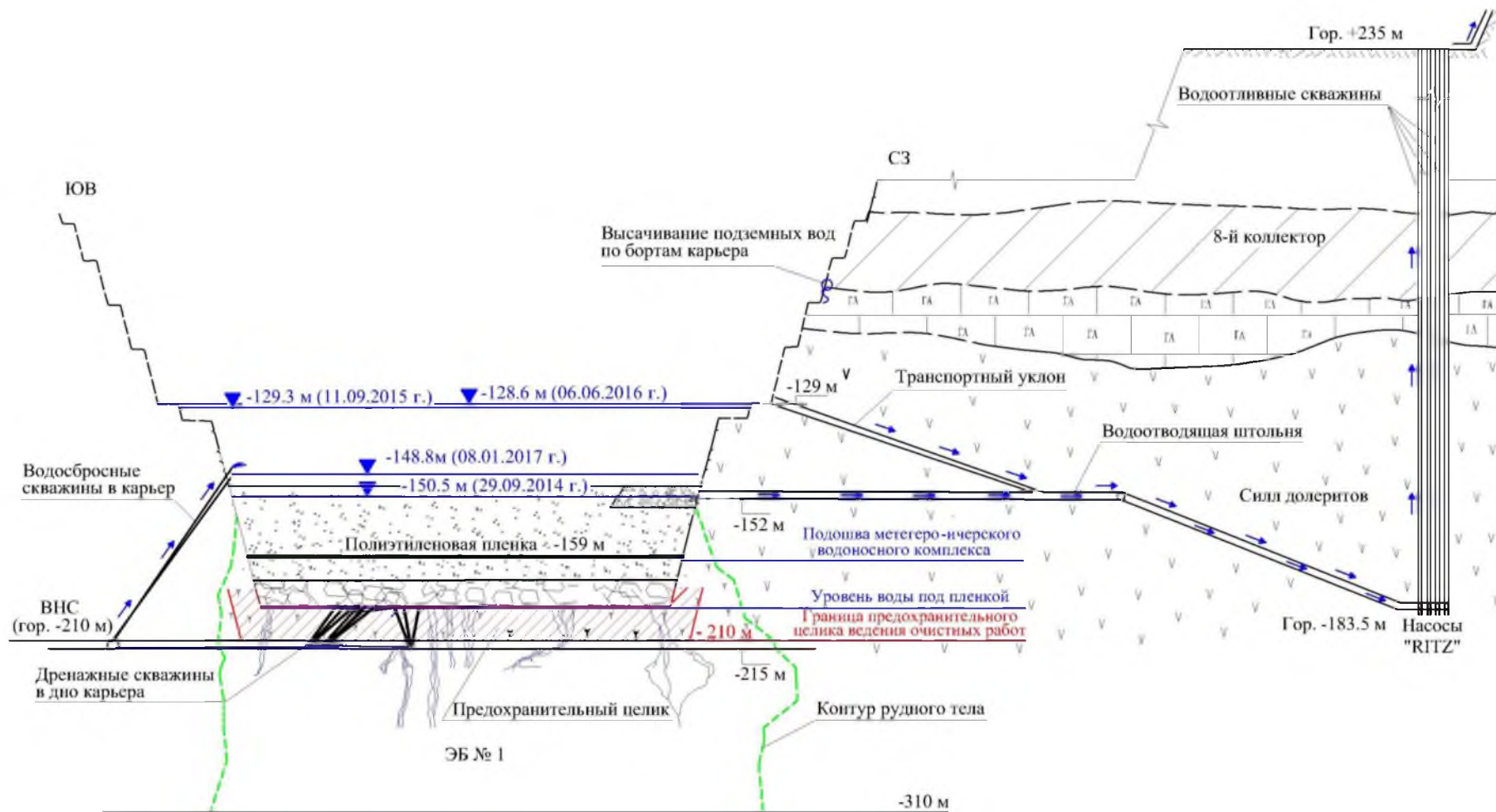


Рис. 1.
 Система «сухой» консервации карьера
 Fig.1. The system of «dry» mine conservation

Для краткосрочной перспективы предложено развитие системы обратной закачки дренажных рассолов на южном участке, расположенном на расстоянии 5 км южнее действующей СОЗ и в 5.5 км западнее карьера «Мир» (рис. 2).

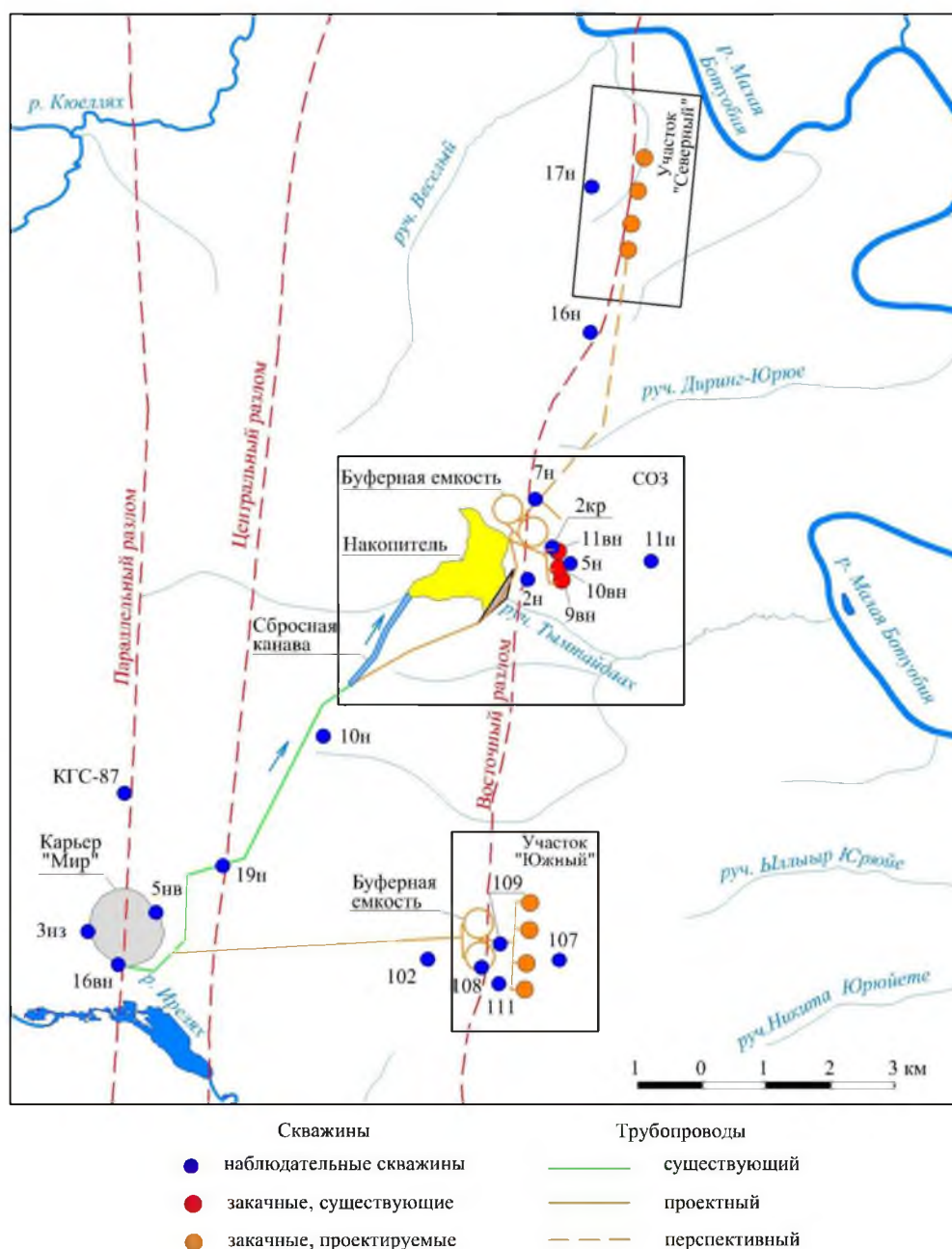
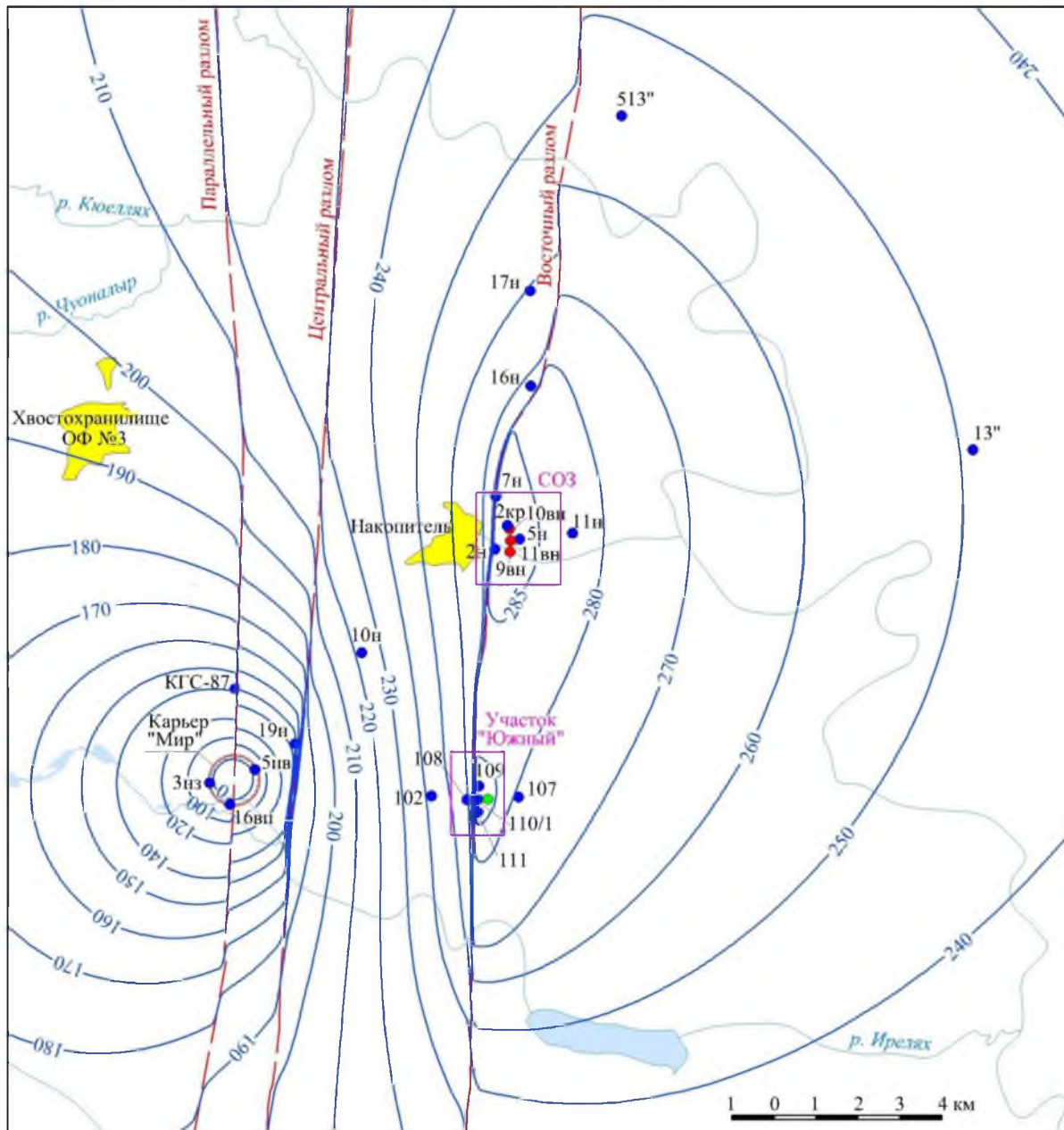


Рис. 2. Развитие системы обратной закачки дренажных вод рудника «Мир»
 Fig. 2. The development of the reinjection system of the mine drainage waters the mine “Mir”

В среднесрочной перспективе планируется создание системы обратной закачки дренажных рассолов на северном участке, находящемся на расстоянии порядка 5 км севернее действующей СОЗ.

Анализ результатов исследований показывает, что в пределах относительно высокопроницаемой зоны вдоль Восточного разлома, отграниченной от области разгрузки подземных вод (карьер «Мир») гидродинамическим барьером (Восточный разлом), за которым расположены участки закачки дренажных рассолов, происходит выравнивание уровней подземных вод (рис. 3). При различных режимах закачки рассолов из карьера

«Мир» региональная гидродинамическая обстановка существенно не изменится. Значимые изменения (снижение) уровня режима прогнозируются только в районе участков закачки рассолов, что важно в связи с необходимостью улучшения гидродинамической обстановки, прежде всего на участках обратной закачки, где репрессия и нагрузка на зону ММП максимальны.



- | | | | |
|---|------------------------------------|-------|----------------------------|
| ● | существующие закачные скважины | ● | наблюдательные скважины |
| ● | предлагаемый узел закачных скважин | —190— | уровень подземных вод МИВК |

Рис. 3. Прогнозное положение уровня подземных вод метегеро-ичерского водоносного комплекса при закачке рассолов в объеме $1050 \text{ м}^3/\text{ч}$ на участке СОЗ и $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ на участке «Южный» («Горелый лог»)

Fig. 3. Predicted level of the underground water of metegero-icherskiy aquifer system at brines reinjection with volume $1050 \text{ м}^3/\text{hour}$ at the re-injection systems area and at the “Uzhnyi” area (“Gorelyi log”) with the volume $300 \text{ м}^3/\text{hour}$

Результаты моделирования приводятся в таблице.



Таблица
Table

Динамика изменения уровня подземных вод МИВК на участках закачки дренажных рассолов за Восточным разломом
The dynamic of the underground water changes of metegero-icherskiy aquifer system on the areas with drainage brines reinjection behind Eastern rift

Вариант исследований	Уровни подземных вод МИВК, м абс.		
	СОЗ (действующий)	«Южный» участок	«Северный» участок
$Q_{\text{СОЗ}} = 1350 \text{ м}^3/\text{ч}$	300	275	275
1 вариант: $Q_{\text{СОЗ}} = 1050 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{Ю}} = 300 \text{ м}^3/\text{ч}$	285	285	275
2 вариант: $Q_{\text{СОЗ}} = 750 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{Ю}} = 300 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{С}} = 300 \text{ м}^3/\text{ч}$	275	275	280
3 вариант: $Q_{\text{СОЗ}} = 550 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{Ю}} = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{С}} = 300 \text{ м}^3/\text{ч}$	275	280	280
4 вариант: $Q_{\text{СОЗ}} = 350 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{Ю}} = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{\text{С}} = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$	270	280	290

Исходя из анализа результатов исследований, сделаны выводы о возможности снижения дебита закачки дренажных рассолов карьера «Мир» на участке действующего СОЗ до 750–550 м³/ч и развития систем обратной закачки на новых перспективных участках: «Южном» (с производительностью 300–500 м³/ч) и «Северном» (с производительностью 300 м³/ч).

Список литературы References

- Атрощенко Ф.Г. 2014. Опытные данные опытно-миграционных опробований в породах криолитозоны на объектах АК «АЛРОСА». *Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология*, (4): 317–328.
Atroshchenko F. G. 2014. Experimental data of experimental migration testing in the rocks of permafrost zone at the objects of OJSC ALROSA. *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*, (4): 317–328. (in Russian)
- Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. 2008. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. Иркутск, 507.
Drozdov A.V., Iost N.A., Lobanov V.V. 2008. Kriogidrogeologija almaznyh mestorozhdenij Zapadnoj Jakutii [Cryohydrogeological diamond deposits of Western Yakutia]. Irkutsk, 507. (in Russian)
- Колганов В.Ф., Акишев А.Н., Дроздов А.В. 2013. Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии. Мирный, 568.
Kolganov V.F., Akishev A.N., Drozdov A.V. 2013. Gorno-geologicheskie osobennosti korennyh mestorozhdenij almazov Jakutii [Geological features of primary diamond deposits of Yakutia]. Mirnyi, 568. (in Russian)
- Мироненко В.А., Румынин В.Г. 1999. Проблемы гидрогеоэкологии. Т. 3 (кн. 1). Прикладные исследования. М., 312.
Mironenko V.A., Rumynin V.G. 1999. Problemy gidrogeojekologii. T. 3 (kn. 1). Prikladnye issledovaniya [Problems of Hydrogeoecology. The monograph in 3 volumes. T. 3 (book 1). Applied research]. Moscow, 312. (in Russian)