

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АК «АЛРОСА»

А. М. ЯНИКОВ¹, зав. лабораторией горно-геологических проблем разработки месторождений, канд. геол.-минерал. наук, yanikovam@alrosa.ru
А. Ю. КОРЕПАНОВ¹, зав. сектором гидрогеологических исследований лаборатории горно-геологических проблем разработки месторождений
И. В. ЗЫРЯНОВ¹, зав. кафедрой, проф. по научной работе, д-р техн. наук

¹ Институт «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» (ПАО), Мирный, Россия
² Мирнинский политехнический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, Мирный, Россия

Введение

В настоящее время Российская Федерация является лидером по добыче природных алмазов. За уже добытыми сотнями миллионов карат драгоценных камней стоят три поколения алмазодобытчиков и тысячи специалистов, работающих для обеспечения и поддержания достигнутых показателей. Полноценным преемником славных традиций ранее существовавшего объединения «Якуталмаз» является АК «АЛРОСА» (ПАО), осуществляющая отработку группы россыпных и коренных месторождений, находящихся на территории Якутской и Архангельской алмазоносных провинций.

Современные вызовы и экономические проблемы, стоящие перед компанией в целом, требуют принятия различных управленческих решений, особенно в части оптимизации и увеличения операционной эффективности производства. Преобразования коснулись всех подразделений компании, в том числе были приняты важные решения по гидрогеологическому обеспечению работ.

Состояние и направления развития гидрогеологической службы

Неординарность и уникальность гидрогеологических, газодинамических и геокриологических условий, в которых ведут отработку алмазоносных месторождений Западной Якутии [1–18], требуют своевременного и качественного гидрогеологического изучения и сопровождения. Оно должно выполняться не только в виде аналитической работы, но и мониторинга непосредственно на участках ведения добычных и горных работ. Именно указанными факторами и обусловлены нынешний состав и численность специалистов-гидрогеологов, работающих в подразделениях компании. Существующая структура гидрогеологической службы приведена на рис. 1.

Несмотря на то, что в целом существующее распределение специалистов позволяет осуществлять текущее гидрогеологическое обеспечение работ на приемлемом уровне, данная структура не вполне отвечает перспективным на ближайшие 5–10 лет вызовам по ряду причин.

Приведена краткая характеристика существующей гидрогеологической службы АК «АЛРОСА». Рассмотрены главные проблемы и вызовы, с которыми столкнется компания при ведении добычных работ, в частности оценены гидрогеологические, горно-геологические и газодинамические условия отрабатываемых месторождений. Предложены варианты оптимального взаимодействия различных структурных подразделений компании, обозначены перспективные направления работ в области обеспечения безопасной добычи, наработки научно-методической базы для дальнейшей генерации и реализации инновационных технических решений.

Ключевые слова: АК «АЛРОСА», Якутская алмазоносная провинция, коренные и россыпные месторождения алмазов, гидрогеологическое обеспечение, карбонатные коллекторы, насыщенные и ненасыщенные рассолы.

DOI: 10.17580/gzh.2021.05.01

1. Дальнейшую отработку многих месторождений будут осуществлять на больших глубинах открытым и подземным способами [19] в сложных и весьма сложных горно-геологических, гидрогеологических и газодинамических условиях [8, 12, 13]. Такие уникальные и известные месторождения, как трубки «Интернациональная», «Мир», «Айхал», «Удачная», «Юбилейная», требуют не просто нестандартных решений и индивидуального подхода, а изменения всего гидрогеологического обеспечения, начиная со стадии проектирования и заканчивая внедрением полученных результатов.

2. Проведенная реформа геологоразведочного комплекса компании привела к структурным изменениям, но при этом в минимальной степени коснулась гидрогеологической службы Вилюйской геологоразведочной экспедиции (ВГРЭ). Основное внимание было сосредоточено на ведении поисковых геологоразведочных и эксплоразведочных работ, что подтверждается



Рис. 1. Существующая структура гидрогеологической службы компании

отсутствием отдельной гидрогеологической партии. Это, в свою очередь, усложняет расстановку приоритетов при организации и планировании работ.

3. Гидрогеологические службы горно-обогатительных комбинатов (ГОКов) в настоящее время не выполняют регионального гидрогеологического мониторинга. Данные работы осуществляют специалисты ВГРЭ. Усиление и создание полноценно функционирующих гидрогеологических служб в рамках ГОКов положительно скажется на ведении добычных работ и сопровождении процессов опережающего осушения месторождений.

Лаборатория горно-геологических проблем разработки месторождений, входящая в состав института «Якутнипроалмаз», в настоящее время осуществляет научно-методическое сопровождение, а также выполняет проектные и научно-исследовательские работы по гидрогеологическому, гидрологическому, газодинамическому, гидродинамическому и регламентному обеспечению производственных активов. Практика показывает, что существующая система позволяет проектировать и находить технические решения, но не обладает достаточным потенциалом для развития и реализации более сложных перспективных проектов прежде всего по причине отсутствия централизации камерально-аналитической части, которая в настоящее время разделена между структурными подразделениями – институтом «Якутнипроалмаз» и Вилуйской ГРЭ. Специалисты, занимающиеся гидрогеологическими исследованиями непосредственно в полевых условиях на открытых и подземных работах, также разделены по отдельным ГОКа и ВГРЭ.

По мнению авторов, дальнейшие перспективы развития гидрогеологической службы компании связаны с реализацией следующих преобразований.

1. Реформирование гидрогеологической службы ВГРЭ с передачей специалистов, занятых на полевых работах, в состав ГОКов, включением камеральной группы в единый аналитический гидрогеологический центр, созданный на базе лаборатории горно-геологических проблем разработки месторождений.

2. Выделение отделов главных гидрогеологов на Мирнинском и Нюрбинском ГОКах по примеру Айхальского и Удачинского ГОКов с самостоятельным штатом сотрудников и перераспределением полевой составляющей гидрогеологических работ. Другими словами, при доукомплектовании отделов полевое обеспечение добычных работ будет выполняться собственными силами ГОКов, без привлечения специалистов ВГРЭ, с заключением прямых договоров с подрядчиками на проведение буровых работ. При этом целесообразно составление квартальных отчетов, содержащих всю первичную информацию о проведенном гидрогеологическом мониторинге, а также о динамике изменения гидрогеологической и гидрологической обстановки на поднадзорных объектах: рудниках, карьерах, участках закачки дренажных вод, на скважинах опережающего водопонижения и режимной сети. Реализация данных мероприятий позволит централизовать решение всех гидрогеологических вопросов в рамках ГОКов, так как данные структурные подразделения обладают всей необходимой материальной и технической базой, а также имеют больше возможностей в части решения рядовых

проблем (расчистка подъездных путей к режимной сети скважин в зимнее время, отсыпка дорожного полотна вскрышными породами в летнее время и т. п.). Наличие на местах главных специалистов – начальников отделов также будет способствовать улучшению качества полевых работ, а наличие в штатном расписании должностей участковых гидрогеологов и гидрогеологов рудников или карьеров позволит эффективно укомплектовать гидрогеологический персонал в структуре ГОКов.

3. Объединение камеральной гидрогеологической группы ВГРЭ с лабораторией горно-геологических проблем разработки месторождений института «Якутнипроалмаз» с созданием единого камерально-аналитического гидрогеологического центра на базе лаборатории горно-геологических проблем разработки месторождений (ЛГГПРМ). Данное решение обусловлено также рядом причин:

- объединение специалистов в рамках одной структуры будет способствовать повышению качества выполняемых проектных, научно-исследовательских и регламентных работ без дублирования выполняемых функций;

- решение большинства проблем ближайшего десятилетия, связанных с гидрогеологическим, горно-геологическим и газодинамическим обеспечением добычных работ на объектах компании, потребует централизации имеющихся специалистов и тесного взаимодействия с ведущими научными центрами Российской Федерации; институт «Якутнипроалмаз» имеет опыт совместной работы с ИНГГ СО РАН, ИПКОН РАН, ООО «НОВОТЭК», АО «ВНИИПИ», ИЗК СО РАН, ВНИИГ им. Веденеева и др.;

- повышение квалификации работающих специалистов, обучение в аспирантуре, выпуск статей и монографий и т. д. целесообразно осуществлять в рамках единого камерально-аналитического гидрогеологического центра;

- предлагаемая консолидация позволит аккумулировать весь первичный материал по гидрогеологическим, инженерно-геологическим, геоэкологическим, газодинамическим и горно-геологическим условиям отработываемых месторождений с последующим анализом, проработкой и генерацией технических решений для обеспечения безопасного ведения горных работ.

Предлагаемая структура гидрогеологической службы компании представлена на **рис. 2**.

Создание объединенного камерально-аналитического центра будет способствовать повышению оперативности решения возникающих проблем по следующим направлениям.

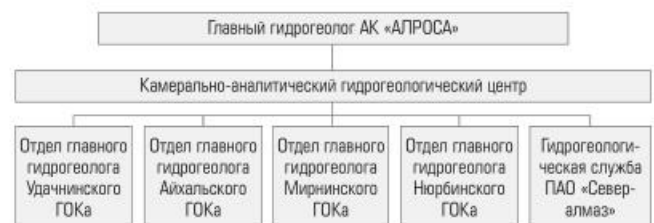


Рис. 2. Предлагаемая структура гидрогеологической службы компании

1. Разработка концепций, технических решений и научно-методическое сопровождение добычных работ:

- на уникальных по качеству сырья и крайне сложных в плане горно-геологических и гидрогеологических условий месторождениях Мало-Ботубинского алмазоносного района – трубках «Интернациональная» и «Мир»;
- на месторождениях высокой и средней сложности Далдыно-Алакинского алмазоносного района [2, 3] – трубках «Айхал», «Заря», «Удачная», «Юбилейная»;
- на месторождениях низкой и средней сложности Верхне-Мунского и Средне-Мархинского кимберлитовых полей.

На указанных месторождениях требуются разработка и последующая реализация технических решений не только в части качественного и своевременного осушения добычных блоков от природных рассолов и их последующей экологически безопасной утилизации, но и дегазации вмещающих пород, а также внедрения противоударных мероприятий [4, 7, 14, 15].

2. Повышенное внимание в современных условиях экологическим аспектам разработки. Гидрогеоэкология – это одна из важнейших составляющих. Проведение гидрогеохимических и гидрогеоэкологических съемок и профилирования должно явиться тем самым краеугольным камнем, основой для построения контролируемой техногенной нагрузки как на недра, так и на поверхностные водотоки.

3. Выявление и научно-методическое сопровождение перспективных гидрогеологических направлений на объектах компании.

4. Регламентные работы (технические проекты, отчеты для ФБУЗ ГКЗ и т. д.), необходимые для продления лицензий на использование и эксплуатацию недр.

В целом предлагаемые изменения структуры гидрогеологической службы компании соответствуют современным тенденциям развития гидрогеологии на территории Российской Федерации. С большой степенью уверенности можно констатировать, что произошедшие в конце XX – начале XXI в. структурные перемены в области образования и научной деятельности коснулись и гидрогеологии, причем преимущественно в части организации, методических основ и экономического обоснования проводимых работ и исследований.

В настоящее время можно говорить о том, что гидрогеология как фундаментальная наука сформировалась и прочно закрепились в горном деле в течение XX столетия, однако в свете формирующихся вызовов происходит ее дальнейшее развитие. Особенно это заметно в следующих направлениях:

- оценка влияния природных и техногенных факторов на изменение климатической составляющей в части воздействия на водооборот приобретает самостоятельное значение [16–20];
- неотектонические движения в послеледниковый период значительно повлияли на гидродинамическую и гидрохимическую обстановку, изучение предыдущих межледниковых периодов позволит лучше понять природу и механизмы взаимодействия с толщей многолетнемерзлых пород, а также формирования надмерзлотных водоносных горизонтов, что, в свою

очередь, требует выделения направления «четвертичной гидрогеологии» [21–24];

- выделенное в 1989 г. В. М. Степановым направление структурной гидрогеологии также продолжает свое развитие, так как влияние разрывных нарушений на обводнение месторождений весьма значительно [9];

- также востребовано такое направление, как геохимия подземных вод, поскольку последние используются для питьевого и хозяйственного водоснабжения [1, 10]; в последнее время все чаще встает вопрос о необходимости изучения взаимодействия в системе «лед–вода–порода». Особенно это актуально в части использования толщи многолетнемерзлых пород для закачки дренажных вод в недра;

- геологический круговорот воды, впервые рассмотренный А. Н. Павловым в 1977 г. в рамках процессов серпентинизации-десерпентинизации в зонах субдукции [5], а также при обосновании концепции «метаморфогенной инфильтрации флюидов» по Л. Е. Яковлеву, требует дальнейшего изучения с выдачей количественных и качественных оценок [18];

- нормативно-правовая база со временем претерпела существенные изменения [11], поэтому особенно важно активное участие при ее формировании узких специалистов по направлениям, а не только квалифицированных юристов.

Отдельно стоит упомянуть, что подготовка специалистов-гидрогеологов – одно из ведущих направлений. В настоящее время наблюдается некоторый дефицит таких специалистов. Данная проблема возникла прежде всего из-за небольшого числа профильных вузов (порядка двух десятков) и незначительной численности выпускаемых специалистов. Проблема усугубляется не только сменой поколений преподавательского состава, но и существенным сокращением диссертационных советов по этому направлению. Решение этой проблемы видится авторам в тесной кооперации отдельных гидрогеологических центров, а также популяризации данного направления среди будущих абитуриентов.

Необходимость оперативного реагирования на изменяющиеся условия отработки месторождений требует не только камерально-удаленной теоретизации происходящих процессов, но и непосредственного (полевого) участия специалистов-гидрогеологов в выявлении и последующем решении проблемы, выработке технических решений. Гидрогеологические работы и исследования должны выполняться с требуемым качеством. Основой для этого может стать предлагаемая централизация и отлаженное взаимодействие.

Выводы

1. Предлагаемая консолидация имеющихся специалистов-гидрогеологов позволит выполнить поставленные задачи по оптимизации, сохранив кадровый потенциал и максимум накопленных компетенций.


2. Гидрогеологическое сопровождение добычных работ в рамках единого центра будет способствовать развитию гидрогеологии в компании как направления в целом, что позволит не только сохранить существующие позиции, но и значительно упрочить их.

3. Дальнейшее развитие таких перспективных направлений, как «четвертичная гидрогеология», структурная гидрогеология, геохимия подземных вод в различных агрегатных

состояниях и т. д., необходимо осуществлять в рамках тесной кооперации с ведущими научными центрами Российской Федерации.

Библиографический список

1. Колганов В. Ф., Акишев А. Н., Дроздов А. В. Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии. – Мирный : Мирнинская типография, 2013. – 568 с.
2. Алексеев С. В., Алексеева Л. П., Борисов В. Н., Шоуакар-Сташ О., Фрейш Ш. и др. Изотопный состав (H, O, Cl, Sr) подземных рассолов Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 3. С. 291–304.
3. Алексеев С. В., Алексеева Л. П., Трифонов Н. С., Павлов С. С., Ильин А. В. Рассолы глубоких горизонтов кимберлитовой трубки Удачная // Подземные воды востока России : матер. XXII Всероссийского совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с междунар. участием. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2018. С. 47–52.
4. Гладков А. С., Дроздов А. В., Кошкарев Д. А., Потехина И. А., Афонкин А. М. Оценка структурно-тектонического строения глубоких горизонтов трубки «Айхал» для постановки гидрогеомеханического мониторинга // Известия Сибирского отделения РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2015. № 2(51). С. 46–56.
5. Данилов Ю. Г. Месторождения алмазов в Якутии // Алмазы. Алмазодобывающая промышленность : сб. науч.-техн. информации. 2012. Вып. 2. С. 5–7.
6. Дроздов А. В. Горно-геологические особенности глубоких горизонтов трубки Удачной // ГИАБ. 2011. № 3. С. 153–165.
7. Дроздов А. В., Иост Н. А., Лобанов В. В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. – Иркутск : ИрГТУ, 2008. – 507 с.
8. Дроздов А. В., Мельников А. И. Роль разрывных дислокаций в обводнении алмазодобывающих рудников Якутии // Известия Сибирского отделения РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 2(45). С. 71–81.
9. Кирюхин В. А. Региональная гидрогеология : учебник. – СПб. : СПГИ, 2005. – 344 с.
10. Кирюхин В. А., Швец В. М. Гидрогеология XXI века – возможные пути развития // Известия вузов. Геология и разведка. 2007. № 6. С. 56–62.
11. Ланшаков В. Г., Дружинин И. А., Тимушева Л. В. Обзор проблем в области гидрогеологии и пути их решения // Сб. науч. тр. II науч.-практ. конф. по вопросам гидрогеологии и водообеспечения. – Ижевск, 2020. С. 45–52.
12. Янников А. М., Голованев О. А. Газоносность отложений толбачанской свиты в околотрубочном пространстве месторождения трубка «Интернациональная» // Естественные и технические науки. 2018. № 10. С. 83–87.

13. Янников А. М., Голованев О. А. Зависимость интенсивности самоизлива рассолов от буровзрывных работ в районе трубки «Интернациональная» // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Геология. 2018. № 3. С. 114–116.
14. Янников А. М. Газодинамическая характеристика коллекторов во внешнем контуре месторождения «Трубка Интернациональная» // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Геология. 2018. № 4. С. 98–101.
15. Янников А. М. Интенсивность и продолжительность движения пластовых вод из малодебитных коллекторов толбачанской свиты // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Геология. 2018. № 1. С. 139–141.
16. Anderson M. P., McCray J. Foreword: Lessons Learned About Contaminant Hydrogeology from Legacy Research Sites // Groundwater. 2011. Vol. 49. Iss. 5. P. 617–619.
17. Anderson M. P., Siegel D. I. Seminal advances in hydrogeology, 1963 to 2013: The O.E. Meinzer Award legacy // Special Paper of the Geological Society of America. 2013. Vol. 500. P. 463–500.
18. Colucci R. R., Boccali C., Žebre M., Guglielmin M. Rock glaciers, protalus ramparts and pronival ramparts in the South-Eastern Alps // Geomorphology. 2016. Vol. 269. P. 112–121.
19. Harlov D., Austrheim H. Metasomatism and the Chemical Transformation of Rock. The Role of Fluids in Terrestrial and Extraterrestrial Processes. – Berlin : Springer-Verlag, 2013. – 806 p.
20. Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири / под ред. В. Г. Сычева, Л. Мюллера. – М. : ВНИИ агрохимии, 2018. Т. 2. Изучение и мониторинг процессов в почвах и водных объектах. – 456 с.
21. Rogger M., Chirico G. B., Hausmann H., Krainer K., Brückl E. et al. Impact of mountain permafrost on flow path and runoff response in a high alpine catchment // Water Resources Research. 2017. Vol. 53. Iss. 2. P. 1288–1308.
22. Wagner T., Pauritsch M., Winkler G. Impact of relict rock glaciers on spring and stream flow of alpine watersheds: Examples of the Niedere Tauern Range, Eastern Alps (Austria) // Austrian Journal of Earth Sciences. 2016. Vol. 109. No. 1. P. 84–98.
23. Pismenny A., Chaadaev A., Akishev A., Bondarenko I., Babaskin S. Innovative technologies at open-cast mining of diamond deposits // Innovations and Nanotechnologies of Russia. 2012. No. 1(2). P. 38–39.
24. Pauritsch M., Wagner T., Winkler G., Birk S. Investigating groundwater flow components in an Alpine relict rock glacier (Austria) using a numerical model // Hydrogeology Journal. 2017. Vol. 25. Iss. 2. P. 371–383. 

«GORNYY ZHURNAL», 2021, № 5, pp. 30–34
DOI: 10.17580/gzh.2021.05.01

ALROSA's hydrogeological services: Current problems and future considerations

Information about authors

A. M. Yannikov¹, Head of Laboratory for Geological Problems of Mineral Mining, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, yannikovam@alrosa.ru

A. Yu. Korepanov¹, Head of Hydrogeological Research Sector at Laboratory for Geological Problems of Mineral Mining

I. V. Zyryanov², Head of Chair, Professor, Doctor of Engineering Sciences

¹Yakutnioproalmaz Institute, ALROSA, Mirny, Russia

²Mirny Polytechnic Institute (Division), Ammosov North-Eastern Federal University, Mirny, Russia

Abstract

The Russian Federation is a leading diamond producer at the moment, and ALROSA is Russia's largest diamond mining company. It operates a number of placers and primary deposits in the diamond-bearing provinces in Yakutia and in the Arkhangelsk Region. The challenges and economic problems currently facing the Company call for diverse managerial decisions, including optimization of production and enhancement of operating efficiency. The article gives a brief description of Company's hydrogeological services and their transformations. The hydrogeological, geological and gas-dynamic conditions of operated deposits are assessed. Alternatives of optimized interaction between different structural divisions of the Company are proposed, and the promising activities aimed at safe mining and at expansion of theoretical framework for generation and implementation of technological innovations are identified.

The proposed consolidation of high-skilled hydrogeologists can enable technological optimization at the preserved personnel resources and maximized competences. Hydrogeological supervision of mining operations from a united center can promote advancement of hydrogeology as a school at the Company, at the sustained and even increased potency. Further development of such promising hydrogeology research areas as Quaternary Hydrogeology, Structural Hydrogeology, Geochemistry of Groundwater in Different Physical States, etc. requires tight cooperation and contiguity between the Company and top-ranked research centers of the Russian Federation.

Keywords: ALROSA, Yakutia diamond province, placers and primary deposits, hydrogeological support, carbonate reservoirs, saturated and nonsaturated brines.

References

1. Kolganov V. F., Akishev A. N., Drozdov A. V. Mining-geological peculiarities of primary deposits of Yakutian diamonds. Mirny : Mirny typography, 2013. 568 p.
2. Alekseev S. V., Alekseeva L. P., Borisov V. N., Shouakar-Stash O., Frap Sh. et al. Isotopic composition (H, O, Cl, Sr) of ground brines of the Siberian platform. *Russian Geology and Geophysics*. 2007. Vol. 48, No. 3. pp. 225–236.
3. Alekseev S. V., Alekseeva L. P., Trifonov N. S., Pavlov S. S., Ilin A. V. Deep-seated brines of the kimberlite pipe Udachnaya. *Russia's East Groundwater: Proceedings of XXII All-Russian Conference with International Participation on Groundwater of Siberia and the Far East*. Novosibirsk : IPTs NGU, 2018. pp. 47–52.
4. Gladkov A. S., Drozdov A. V., Koshkarev D. A., Potekhina I. A., Afonkin A. M. Evaluation of structural and tectonic framework of Aikhal kimberlite pipe deep horizons for hydrogeomechanical

- monitoring setting. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya RAEN. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdeniy*. 2015. No. 2(51). pp. 46–56.
5. Danilov Yu. G. Diamond deposits in Yakutia. *Diamonds. Diamond Industry : Collected Documentation*. 2012. Iss. 2. pp. 5–7.
 6. Drozdov A. V. Features of deep-level geology of Udachnaya Pipe. *GIAB*. 2011. No. 3. pp. 153–165.
 7. Drozdov A. V., Iost N. A., Lobanov V. V. Cryohydrogeology of diamond deposits in West Yakutia. *Irkutsk : IrGTU*, 2008. 507 p.
 8. Drozdov A. V., Melnikov A. I. Rupture dislocation role in diamond mine water encroachment in Yakutia. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya RAEN. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdeniy*. 2014. No. 2(45). pp. 71–81.
 9. Kiryukhin V. A. Regional hydrology : Textbook. Saint-Petersburg : SPGGI, 2005. 344 p.
 10. Kiryukhin V. A., Shvets V. M. Hydrogeology of the 21st century – possible ways of development. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*. 2007. No. 6. pp. 56–62.
 11. Lanshakov V. G., Druzhinin I. A., Timusheva L. V. Hydrogeology : Problems and solutions. Review. *Proceedings of II Conference on Hydrogeology and Water Supply*. Izhevsk, 2020. pp. 45–52.
 12. Yannikov A. M., Golovanev O. A. Gas content of Tolbachik formation surrounding Internatsionalnaya Pipe. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2018. No. 10. pp. 83–87.
 13. Yannikov A. M., Golovanev O. A. The dependence of the intensity self-determination rassols from boring-explosive works in the district of the «International» pipe. *Vestnik Boronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Geologiya*. 2018. No. 3. pp. 114–116.
 14. Yannikov A. M. The gasdynamic characteristic of the collectors in external circuit of field the «TUBE International». *Vestnik Boronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Geologiya*. 2018. No. 4. pp. 98–101.
 15. Yannikov A. M. The intensity and duration the movement of formation waters from marginal collectors Tolbachinskii suite. *Vestnik Boronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Geologiya*. 2018. No. 1. pp. 139–141.
 16. Anderson M. P., McCray J. Foreword: Lessons Learned About Contaminant Hydrogeology from Legacy Research Sites. *Groundwater*. 2011. Vol. 49, Iss. 5. pp. 617–619.
 17. Anderson M. P., Siegel D. I. Seminal advances in hydrogeology, 1963 to 2013: The O.E. Meinzer Award legacy. *Special Paper of the Geological Society of America*. 2013. Vol. 500. pp. 463–500.
 18. Colucci R. R., Boccali C., Zebre M., Guglielmin M. Rock glaciers, protalus ramparts and pronaival ramparts in the south-eastern Alps. *Geomorphology*. 2016. Vol. 269. pp. 112–121.
 19. Harlov D., Austrheim H. Metasomatism and the Chemical Transformation of Rock. *The Role of Fluids in Terrestrial and Extraterrestrial Processes*. Berlin : Springer-Verlag, 2013. 806 p.
 20. Sychev V. G., Myuller L. (Eds.). *New research methods and data on landscapes in Europe, Central Asia and Siberia*. Moscow : VNIi agrokhimii, 2018. Vol. 2. Study and monitoring of processes in soil and in water bodies. 456 p.
 21. Rogger M., Chirico G. B., Hausmann H., Krainer K., Brück E. et al. Impact of mountain permafrost on flow path and runoff response in a high alpine catchment. *Water Resources Research*. 2017. Vol. 53, Iss. 2. pp. 1288–1308.
 22. Wagner T., Pauritsch M., Winkler G. Impact of relict rock glaciers on spring and stream flow of alpine watersheds: Examples of the Niedere Tauern Range, Eastern Alps (Austria). *Austrian Journal of Earth Sciences*. 2016. Vol. 109, No. 1. pp. 84–98.
 23. Pismenny A., Chaadaev A., Akishev A., Bondarenko I., Babaskin S. Innovative technologies at open-cast mining of diamond deposits. *Innovations and Nanotechnologies of Russia*. 2012. No. 1(2). pp. 38–39.
 24. Pauritsch M., Wagner T., Winkler G., Birk S. Investigating groundwater flow components in an Alpine relict rock glacier (Austria) using a numerical model. *Hydrogeology Journal*. 2017. Vol. 25, Iss. 2. pp. 371–383.

