

УДК 551.7:556.01:556.3

DOI: 10.31084/2619-0087/2021-2-10

ЛАБОРАТОРИИ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ 30 ЛЕТ

Р. Ф. Абдрахманов

*Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН,
450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, E-mail: hydro@ufaras.ru*

30 лет исполнилось со дня создания в Институте геологии Уфимского научного центра РАН лаборатории Гидрогеологии и геоэкологии. Исследования лаборатории посвящены теоретическим, натурным и экспериментальным гидрогеологическим исследованиям. Сложная природно-техногенная ситуация в Волго-Уральском регионе потребовала не только разработки научно обоснованных мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов, но и углубленных исследований по формированию и размещению экологически чистых пресных и минеральных лечебных вод, которые вместе с промышленными водами занимают свыше 95% подземной гидросферы региона.

LABORATORY OF HYDROGEOLOGY AND GEOECOLOGY CELEBRATED 30 YEARS

R. F. Abdrakhmanov

*Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of RAS,
16/2, K. Marx St., Ufa, 450077, Russia, E-mail: hydro@ufaras.ru*

30 years since the establishment of the Laboratory of Hydrogeology and Geoecology at the Institute of Geology Ufa Science Centre RAS. Laboratory research is devoted to theoretical, full-scale and experimental hydrogeological studies. The complex natural and man-made situation in the Volga-Ural region required not only the development of scientifically grounded measures for the rational use and protection of water resources, but also in-depth studies on the formation and placement of ecologically clean fresh and mineral medicinal waters, which together with industrial waters occupy over 95% underground hydrosphere of the region.

2021 год юбилейный для лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Института геологии УФИЦ РАН. Исполнилось 30 лет со дня ее создания. Начало академических гидрогеологических исследований в Башкортостане относится к концу 60-х – началу 70-х годов и связано с именем доктора геолого-минералогических наук, профессора Беляля Магтасимовича Юсупова, уроженца села Новомьясово Давлекановского района БАССР (рис. 1). Он был уникальным ученым исключительно широкого профиля и разнообразных научных интересов, в 30-е – 60-е годы работавшим в различных геологических организациях Татарстана. В этот период

большой вклад был внесен им в разработку фундаментальных вопросов нефтегазовой геологии, тектоники, геофизики, литологии Волго-Уральской области. С середины 70-х годов и до конца своих дней (26.02.1999) он также занимался разработкой оригинальной метаносферной концепции и ее роли в образовании нефтегазовых месторождений. Вместе с тем он был также и известным специалистом в области гидрогеологии: его кандидатская диссертация на тему «Условия формирования минеральных вод Нижнего Прикамья» была защищена в 1947 г. и легла в основу разработки Ижевского месторождения минеральных вод.

Для цитирования: Абдрахманов Р.Ф. Лаборатории гидрогеологии и геоэкологии 30 лет // Геологический вестник. 2021. № 2. С. 129–135. DOI: 10.31084/2619-0087/2021-2-10.

For citation: Abdrakhmanov R.F. (2021) Laboratory of hydrogeology and geoecology celebrated 30 years. *Geologicheskii vestnik*. No.2. P. 129–135. DOI: 10.31084/2619-0087/2021-2-10.

© Р.Ф. Абдрахманов, 2021.



Рис. 1. С учителем. Справа профессор Б.М. Юсупов, слева Р.Ф. Абдрахманов (1989 г.)
Fig. 1. With the teacher. On the right, Professor B.M. Yusupov, left R.F. Abdrakhmanov (1989)

Систематические гидрогеологические исследования в Институте геологии были начаты после защиты В.Г. Поповым в 1972 г. кандидатской диссертации по гидрогеологии Северо-Западной Башкирии с созданием Кабинета гидрогеологии при Лаборатории геологии нефти и газа. Выполнялись комплексные исследования подземной гидросферы Башкирского Предуралья. В качестве первого этапа к разработке была принята тема по выяснению закономерностей формирования подземных вод восточной части Волго-Уральского артезианского бассейна в связи с проблемой охраны их от загрязнения и истощения.

Со второй половины 70-х годов существенно вырос научный потенциал Кабинета гидрогеологии. Кандидатские диссертации защитили А.М. Шевченко, Р.Ф. Абдрахманов, Р.Х. Акманов, Н.М. Грамматчикова, А.И. Смирнов. В результате этого усилились карстологический, гидромелиоративный, гидрогеоэкологический и геоморфологический аспекты исследований.

Сложная природно-техногенная ситуация в Волго-Уральском регионе, в значительной степени связанная с ограниченностью, неравномерным распределением и загрязнением водных ресурсов, потребовала не только разработки научно обоснованных мероприятий по их рациональному использованию и охране, но и углубленных исследований в области формирования и размещения экологи-

чески чистых пресных и минеральных лечебных вод, которые вместе с промышленными (йодобромными, борными и др.) водами занимают свыше 95% подземной гидросферы региона. Этой проблематике были посвящены теоретические, натурные и экспериментальные гидрогеологические исследования, выполненные в конце 70-х и последующих годах. Они охватили не только платформенную, но и горную часть Южного Урала.

Было установлено, что Башкортостан обладает уникальными ресурсами разнообразных минеральных вод, которых нет во многих других регионах России и зарубежных странах. Впервые была выполнена детальная классификация минеральных вод Башкортостана, описаны закономерности распределения и формирования более 40 их типов, установлены используемые аналоги, детально освещены геохимические особенности и генезис всех известных месторождений лечебных вод, проанализированы основные геохимические процессы в системе «вода – порода – газ – ОВ», выявлены особенности миграции и аккумуляции типоморфных микроэлементов в подземных водах (брома, йода, калия, фтора, бора, стронция и др.).

В результате этих исследований была разработана комплексная программа развития санаторно-курортной сети Башкортостана на базе местных гидроминеральных ресурсов (В.Г. Попов, Р.Ф. Абдрахманов), реализация которой привела к открытию

и сдаче в разработку шести месторождений для санаториев «Агидель», «Хазино», «Карагай» и «Буздякский». Выполненные работы явились основой монографии В.Г. Попова «Гидрогеохимия и гидрогеодинамика Предуралья» [1985] (новизна содержащихся в ней разработок отмечена Всесоюзным агентством по авторским правам), его докторской диссертации «Формирование подземных минеральных вод Предуралья» (1987), а также многочисленных статей в республиканской, центральной и зарубежной печати.

В 1991 г. из двух научных групп: Кабинета гидрогеологии (научный руководитель к.г.-м.н. Р.Ф. Абдрахманов) и Кабинета геоморфологии и неотектоники (научный руководитель д.г.-м.н., проф. А.П. Рождественский) создана самостоятельная Лаборатория гидрогеологии и геоэкологии (зав. лаб., Р.Ф. Абдрахманов) (рис. 2, 3), поддержанная ди-

ректором института чл.-корр. РАН В.Н. Пучковым. Заведующим лабораторией избран Р.Ф. Абдрахманов. Основное направление ее деятельности — изучение природно-техногенных геологических систем Предуралья и Урала. В рамках его проводится оценка и прогноз литолого-гидрогеохимических последствий деятельности человека на геологическую среду промышленно-урбанизированных и мелиорируемых территорий, гидрогеологический мониторинг районов разработки нефтяных месторождений. Анализ результатов исследований приведен в монографии и докторской диссертации в виде научного доклада Р.Ф. Абдрахманова «Техногенез в подземной гидросфере Предуралья» [1993], коллективных трудах «Утилизация промышленных и бытовых отходов» [Зайнуллин и др., 1997], «Карст Башкортостана» [2002], «Гидрогеоэкология Башкортостана» [Абдрахманов, 2005], «Обращение с от-



Рис. 2. Лаборатория гидрогеологии и геоэкологии в конце 90-х годов XX века

Нижний ряд (слева направо): В.Г. Попов, д. г.-м. н., профессор, академик РАЕН, А.П. Рождественский, д. г.-м. н., профессор, заслуженный деятель науки БАССР; Р.Ф. Абдрахманов, д. г.-м. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ и РБ. *Верхний ряд:* С.П. Носарева, к. г.-м. н., Н.Н. Савенко, А.И. Кудряшов, И.К. Зиняхина, к. г. н., Л.Ф. Миннихметова

Fig. 2. Laboratory of Hydrogeology and Geoecology at the end of the 90s of the XX century

Bottom row (from left to right): V.G. Popov, Doctor of Science in Geologo-Mineralogical Sciences, Full Professor, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, A.P. Rozhdestvensky, Doctor of Science in Geologo-Mineralogical Sciences, Full Professor, Honored Scientist of the BASSR; R.F. Abdrakhmanov, Doctor of Science in Geologo-Mineralogical Sciences, Full Professor Honored Scientist of the Russian Federation and the Republic of Bashkortostan. *Top row:* S.P. Nosareva, Ph. D. of Geologo-Mineralogical Sciences, N.N. Savenko, A.I. Kudryashov, I.K. Zinyakhina, Ph. D. of Geographical Sciences, L.F. Minniakhmetova



Рис. 3. Сотрудники лаборатории гидрогеологии и геоэкологии (2001 г.)

Слева направо: А.О. Полева, И.К. Зиняхина, С.П. Носарева, нижний ряд: Р.Ф. Абдрахманов, А.П. Рождественский

Fig. 3. Employees of the Laboratory of Hydrogeology and Geocology (2001)

From left to right: A.O. Poleva, I.K. Zinyakhina, S.P. Nosareva, bottom row: R.F. Abdrakhmanov, A.P. Rozhdestvensky

ходами производства и потребления» [Зайнуллин и др., 2005], «Юмагузинское водохранилище: Формирование гидрологического и гидрохимического режимов» [Абдрахманов и др., 2008]. Новая, исключительно ценная информация содержится в коллективных монографических работах «Минеральные лечебные воды Башкортостана» [Абдрахманов, Попов, 1999] и «Пресные подземные воды Башкортостана» [Абдрахманов и др., 2007], являющихся по существу первыми наиболее полными сводками по этой проблематике. Анализ проблемы формирования и генезиса рассолов Предуралья выполнен в работе «Геохимическая зональность и происхождение рассолов Предуралья» [Попов, Носарева, 2009].

В 2010 г. выходит фундаментальный труд, созданный профессорами Р.Ф. Абдрахмановым и В.Г. Поповым, «Геохимия и формирование подземных вод Южного Урала» [2010] (под ред. чл.-корр. РАН В.Н. Пучкова). В нем в результате анализа и систематизации огромного материала по физико-

географическим, геолого-тектоническим, гидрогеологическим и гидрогеохимическим условиям освещены важнейшие аспекты проблемы региональной гидрогеологии и генетической гидрогеохимии горно-складчатого Урала. Систематически освещены главные природные факторы региона. Рассмотрены гидрогеодинамические и гидрогеохимические закономерности зоны гипергенеза главных структур региона (Западного склона Урала, Центрально-Уральского поднятия и Магнитогорского мегасинклинория), гидрогеологические взаимоотношения горно-складчатого сооружения с сопредельными структурами Восточно-Европейской платформы. Особое внимание уделено анализу гидролитических и обменно-адсорбционных процессов и их роли в формировании различных геохимических типов подземных вод, в частности, вод содового типа. Изложены концепции образования глубинных вод Уральского орогена: инфильтрационных, седиментогенных и других генетических типов. Освещены проблемы водоснабжения, происхождения и исполь-

зования минеральных вод, техногенеза геологической среды горнорудных районов Южного Урала.

Особый интерес представляет впервые выявленный и исследованный в зоне сопряжения Урала и Предуралья новый для региона генетический тип глубинных растворов — конденсатогенные воды, связанные с нефтегазовыми и нефтегазоконденсатными залежами. Установлено, что сопряженные процессы генерации УВ-газов и подземной дистилляции воды протекают на глубине >5–7 км в недрах горно-складчатого Урала в относительно напряженных РТ-условиях. Отсюда, из зоны газообразования, по проницаемым разломам происходит восходящая субвертикальная струйная разгрузка водоуглеродородных флюидов на глубину около 2 км, в зону пониженных температур и давления, в результате чего во внутренней зоне прогиба происходит образование УВ-газовых скоплений и маломинерализованных конденсатогенных вод.

Процессы дистилляции – конденсации воды и генерации УВ объясняют как наблюдающуюся ассоциацию опресненных рассолов с газоконденсатными и газонефтяными месторождениями Предуралья, так и геохимическую специфику подземных вод и нефтей. В связи с совместным образованием углеводородов и конденсатогенных вод последние являются поисковым критерием газоконденсатных и нефтегазоконденсатных залежей. Признание факта образования единого флюида «УВ – конденсатогенные воды», а также небольшого (в масштабе геологического времени) возраста вод (и УВ) позволяет считать запасы УВ в залежах с оторочкой конденсатогенных вод восполняемыми.

Еще одним фундаментальным исследованием последних лет, не имеющим прецедента в отечественной гидрогеохимической литературе, является монография В.Г. Попова и Р.Ф. Абдрахманова «Ионообменная концепция в генетической гидрогеохимии» [2013]. В ней рассмотрены основные теоретические положения ионообменной концепции, отражающей сопряженные процессы поглощения и воспроизводства вещества в многокомпонентных гетерогенных литолого-гидрогеохимических системах. На базе комплекса многолетних (с 1972 г.) натурных и экспериментальных исследований выдвинут ряд принципиальных положений, касающихся механизма, кинетики и геохимических последствий обменно-адсорбционных и обменно-абсорбционных процессов в зонах гипергенеза и катагенеза платформенных и орогенных структур. Особое внимание уделено оценке роли ионного

обмена между жидкой и твердой фазами гидростратисферы в формировании гидрокарбонатных натриевых, сульфатных натриевых и хлоридных натриево-кальциевых вод. Освещена специфика обменно-адсорбционных явлений в техногенно нарушенных условиях районов разработки нефтяных и рудных месторождений, урбанизированных территорий и агропромышленных комплексов. Ключевая роль в формировании гидрохлоросферы Восточно-Европейского седиментационного бассейна отведена процессам плотностной конвекции из нижнепермского эвапоритового палеобассейна в подстилающие терригенно-карбонатные среды палеозоя и позднего протерозоя. Эти процессы, с одной стороны, вызвали трансформацию физико-химических свойств пород (в том числе рост их фильтрационно-емкостных параметров), а с другой — привели к образованию огромной массы металлоносных рассолов хлоркальциевого типа, являющихся основным звеном вертикальной гидрогеохимической зональности.

В монографии «Пресные подземные и минеральные лечебные воды Башкортостана» [Абдрахманов, 2014] выполнен анализ закономерностей формирования и распространения ценнейшего полезного ископаемого — пресных подземных и минеральных лечебных вод в геологических структурах Южного Урала и Предуралья. Дана оценка эксплуатационных запасов питьевых подземных вод и характеристика их месторождений по административным районам Башкортостана. Установлены используемые в России и за рубежом аналоги местных минеральных вод; приведены лечебные показания для внутреннего и наружного использования, освещена практика использования их для лечебных целей в Республике.

Гидрогеологическое направление в общем комплексе геологических наук является одним из молодых в Институте геологии УФИЦ РАН. Выполненные за минувшие 30 лет исследования отражают важнейшие закономерности размещения и формирования основных геохимических и генетических типов подземных вод Республики Башкортостан. Результаты их освещены в 23 монографиях и многочисленных научных статьях, значительная часть которых (более 75) опубликована в центральной печати, представлена на более 100 научных конференциях, в том числе 50 международных. Выполнено свыше 20 научно-практических работ, переданных для внедрения в производственные и проектные организации, где они используются для решения различных водохозяйственных задач (поиски и разведка хозяйственно-питьевых, минеральных

и оросительных вод, гидротехническое и гидромелиоративное строительство, охрана водных ресурсов и др.).

Для решения гидрогеологических задач, связанных с формированием подземных вод, охраной подземной гидросферы и пр., под руководством Р.Ф. Абдрахманова создан (2000 г.) первый на Южном Урале полигон-стационар (водно-балансовая станция) с организацией сети наблюдений за процессами испарения, инфильтрации, а также изучения взаимодействия в системе «порода–подземная вода–газ–органическое вещество» [Абдрахманов и др., 2002].

В настоящее время в лаборатории на базе программного продукта ГИС «Карта 2011» (КБ «Панорама») создан ГИС-проект «Карст Южного Урала и Предуралья» масштаба 1:500 000 (рис. 4). Такие работы в Институте геологии УФИЦ РАН выполнены впервые. Карст является одним из самых

мощных проявлений опасных геологических процессов в регионе. Исследуемая территория относится к разным категориям карстоопасности. Для создания проекта был разработан классификатор «Карст», состоящий из ряда тематических слоев («Типы карста», «Проявления карста» «Зонирование» и др.). Разработанный классификатор является универсальным для разработки ГИС-проектов на территориях, подверженных карстовому процессу.

ГИС-проект «Карст Южного Урала и Предуралья» позволяет оценивать интенсивность распространения и активность развития карста, оперативно пополнять созданные базы данных по карстопроявлениям. Возможности проекта позволяют учитывать особенности различных объектов карты, например, разделять типы карста по составу карстующихся пород, степени их перекрытости некарстующимися породами, рельефу и др. Дальнейшее совершенствование ГИС-проекта позволит обеспечить массовый доступ к картографическим продуктам на основе современных информационно-коммуникационных технологий.

В последние годы еще больше вырос научный потенциал Лаборатории. Кандидатские диссертации защитили С.П. Носарева (по геохимии и формированию нефтяных рассолов Предуралья), А.О. Полева (по экологии и гидробиологии Павловского и других водохранилищ), Р.М. Ахметов (по гидрогеологии горнорудных районов Зауралья).

Профессор Р.Ф. Абдрахманов вносит значительный вклад в подготовку кадров высшей квалификации, ведя активную преподавательскую деятельность в Башгосуниверситете и Башгосагроуниверситете. Ему присвоены звания заслуженного деятеля науки РФ и РБ, академика МАНЭБ. В 2017 г. он награжден Орденом Салавата Юлаева. Под руководством Р.Ф. Абдрахманова было подготовлено более 1000 специалистов в области геоэкологии, гидромелиорации для разных отраслей народного хозяйства, защищены три докторские и восемь кандидатских диссертаций.

Список литературы:

Абдрахманов Р.Ф. Техногенез в подземной гидросфере Предуралья. Уфа: УНЦ РАН, 1993. 208 с.

Абдрахманов Р.Ф. Гидрогеоэкология Башкортостана. Уфа. Информреклама. 2005. 344 с.

Абдрахманов Р.Ф. Пресные подземные и минеральные воды Башкортостана. Уфа: Гилем, Башк. энцикл. 2014. 416 с.

Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Минеральные лечебные воды Башкортостана. Уфа: Гилем, 1999. 298 с.



Рис. 4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных ГИС-проект «Карст Южного Урала и Предуралья»

Fig. 4. Certificate of state registration of the database GIS project «Karst of the South Urals and Cis-Urals»

Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Геохимия и формирование подземных вод Южного Урала. Уфа: Гилем, 2010. 420 с.

Абдрахманов Р.Ф., Тюр В.А., Юров В.М. Юмагузинское водохранилище: Формирование гидрологического и гидрохимического режимов. Уфа: Информреклама, 2008. 152 с.

Абдрахманов Р.Ф., Чалов Ю.Н., Абдрахманова Е.Р. Пресные подземные воды Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2007. 184 с.

Водно-балансовая станция / Р.Ф. Абдрахманов, Б.Н. Батанов, И.М. Габбасова, А.В. Комиссаров, В.Н. Маслов, С.А. Юнусов. Уфа: БГАУ, 2002. 81 с.

Зайнуллин Х.Н., Абдрахманов Р.Ф., Савичев Н.А. Утилизация промышленных и бытовых отходов (на примере Уфимской городской свалки) / УНЦ РАН. Уфа, 1997. 235 с.

Зайнуллин Х.Н., Абдрахманов Р.Ф., Ибатуллин У.Г., Минигазимов И.Н. Обращение с отходами производства и потребления. Уфа: Диалог, 2005. 292 с.

Карст Башкортостана / Р.Ф. Абдрахманов, В.И. Мартин, В.Г. Попов, А.П. Рождественский, А.И. Смирнов, А.И. Травкин. Уфа: Информреклама, 2002. 383 с.

Попов В.Г. Гидрогеохимия и гидрогеодинамика Предуралья. М.: Наука, 1985. 278 с.

Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф. Ионообменная концепция в генетической гидрогеохимии. Уфа: Гилем. 2013. 356 с.

Попов В.Г. Носарева С.П. Геохимическая зональность и происхождение рассолов Предуралья. Уфа: Гилем, 2009. 272 с.

References:

Abdrahmanov R.F. (1993) *Tehnogenez v podzemnoi gidrosfere Predural'ya* [Technogenesis in the ground hydrosphere of the Cis-Urals]. Ufa, USC RAN, 208 p.

Abdrahmanov R.F. (2005) *Gidrogeojekologiya Bashkortostana* [Hydrogeoeology of Bashkortostan] Ufa, Informreklama Publ., 344 p.

Abdrahmanov R.F. (2014) *Presnye podzemnye i mineral'nye lechebnye vody Bashkortostana* [Fresh Groundwater and Mineral Medicinal Water Reserves of Bashkortostan]. Ufa, Gilem Publ., Bashk. iencikl. Publ., 416 p.

Abdrahmanov R.F., Popov V.G. (1999) *Mineral'nye lechebnye vody Bashkortostana* [Mineral Medicinal Waters of Bashkortostan]. Ufa, Gilem Publ., 298 p.

Abdrahmanov R.F., Popov V.G. (2010) *Geohimiya i formirovanie podzemnykh vod Juzhnogo Urala* [Geochemistry and the formation of groundwater in the Southern Urals]. Ufa, Gilem Publ., 420 p.

Abdrahmanov R.F., Batanov B.N., Gabbasova I.M., Komissarov A.V., Maslov V.N., Yunusov S.A. (2002) *Vodno-balansovaya stanciya* [Water-balance station]. Ufa, BGAU Publ., 81 p.

Abdrahmanov R.F., Chalov Ju.N., Abdrahmanova E.R. *Presnye podzemnye vody Bashkortostana* [Fresh Ground Waters in Bashkortostan]. Ufa, Informreklama Publ., 2007. 184 p.

Abdrahmanov R.F., Martin V.I., Popov V.G., Rozhdestvenskij A.P., Smirnov A.I., Travkin A.I. (2002) *Karst Bashkortostana* [Karst of Bashkortostan]. Ufa, Informreklama Publ., 383 p.

Abdrahmanov R.F., Tjur V.A., Jurov V.M. (2008) *Jumaguzinskoe vodohranilishche: Formirovanie gidrologicheskogo i gidrohimicheskogo rezhimov* [Yumaguzinskoe reservoir: Formation of hydrological and hydrochemical regimes]. Ufa, Informreklama Publ., 152 p.

Popov V.G. (1985) *Gidrogeohimiya i gidrogeodinamika Predural'ya* [Hydrogeochemistry and hydrogeodynamics of the Urals]. Moscow, Nauka Publ., 278 p.

Popov V.G., Abdrahmanov R.F. (2013) *Ionoobmennaya koncepciya v geneticheskoi gidrogeohimii* [The Ion Exchange Concept in Genetic Aqueous Geochemistry]. Ufa, Gilem Publ., 356 p.

Popov V.G. Nosareva S.P. (2009) *Geohimicheskaya zonal'nost' i proishozhdenie rassolov Predural'ya* [Geochemical zoning and origin of the Cis-Urals brines]. Ufa, Gilem Publ., 272 p.

Zajnullin H.N., Abdrahmanov R.F., Savichev N.A. (1997) *Utilizaciya promyshlennykh i bytovykh othodov (na primere Ufimskoi gorodskoi svalki)* [Utilization of industrial and domestic waste (the municipal land II site in Ufa taken as an example)]. Ufa, UNTs RAN Publ., 235 p.

Zajnullin H.N., Abdrahmanov R.F., Ibatullin U.G., Minigazimov I.N. (2005) *Obrashchenie s othodami proizvodstva i potrebleniya* [Treatment with production and consumption wastes] Ufa, Dialog Publ., 292 p.

Сведения об авторе:

Абдрахманов Рафил Фазылович, доктор геол.-мин. наук, профессор, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: hydro@ufaras.ru

About the author:

Abdrakhmanov Rafil Fazilovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRS RAS), Ufa. E-mail: hydro@ufaras.ru