

УДК 550.42:546.027

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЫШЬЯКОВИСТОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕВЕРО-ДАГЕСТАНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

2015 г. Л.М. Курбанова, А.Ш. Гусейнова

*Институт геологии Дагестанского научного центра РАН  
Россия, 367030, г. Махачкала, ул. Ярагского, д.75 E-mail: bilysha1964@mail.ru*

Поступила 03.06.2014

Рассматриваются проблемы мышьяковистого загрязнения Северо-Дагестанского артезианского бассейна – единственного источника питьевого водоснабжения на севере Дагестана. Приведены результаты мониторинга содержания мышьяка за 2002 и 2013 гг. Отмечается, что концентрации мышьяка в водах составляют в среднем 20-30 ПДК. По предварительным данным его генезис связан с миграцией мышьяковистых соединений из песчано-глинистых отложений осадочной толщи плиоцен-плейстоценовых отложений. Многолетняя эксплуатация бассейна с нарушениями геолого-технических и санитарно-экологических норм усиливает процессы мышьяковистого загрязнения.

*Ключевые слова:* артезианский бассейн, мышьяковистое загрязнение, водоносные горизонты.

Северо-Дагестанский артезианский бассейн (СДАБ) является единственным источником хозяйственно-бытового водоснабжения на территории Северного Дагестана и потому сохранение его для потомков является важнейшей задачей. Проблема в том, что воды бассейна эксплуатируются более чем 3000 артезианскими скважинами уже больше ста лет в ежегодно нарастающих темпах с нарушениями правил эксплуатации и без учета рекомендаций ученых и специалистов. В результате такой бессистемной и бесконтрольной эксплуатации водоносных горизонтов и ухудшения технического состояния скважин (более 60% скважин прошли амортизационный срок, но продолжается их активная эксплуатация) происходит смешение подземных вод выше- и нижезалегающих пластов, содержащих токсичные элементы, с пресными подземными водами продуктивных горизонтов (Курбанов, 2003). Вследствие этого происходит рост минерализации, изменение химического состава воды, ухудшение качества воды, в частности увеличение концентраций мышьяка. Проявляются признаки одного из элементов экологической напряженности.

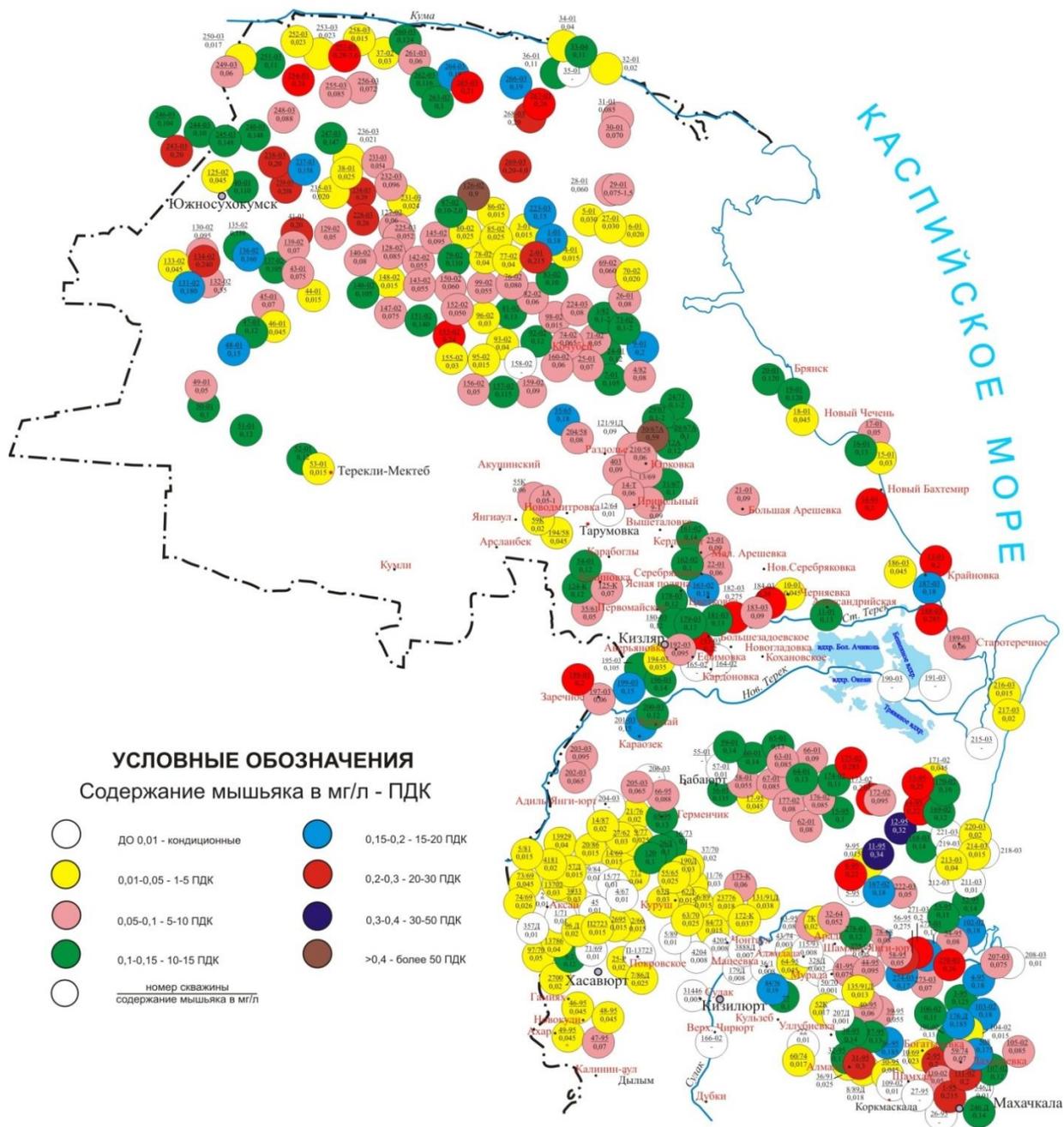
В Дагестане вопросами изучения, в том числе мышьяковистого, загрязнения подземных вод занимались многие организации (Институт геологии ДНЦ РАН, РЦ «Дагестангеомониторинг», ОАО «Дагестангеология»). Однако однозначного ответа на вопрос о причинах мышьяковистого загрязнения пока нет.

Мышьяк относится к первому классу опасности загрязняющих веществ – чрезвычайно опасным, чем и вызван повышенный интерес к содержанию его в питьевых водах.

В 2001-2003 гг. в рамках гранта № 01-05-65243 РФФИ лабораторией гидрогеологии и геоэкологии Института геологии Дагестанского научного центра РАН были выполнены исследования по мышьяковистому загрязнению Терско-Кумского артезианского бассейна с отбором проб воды на химический анализ.

В рамках данного проекта на территории СДАБ была исследована 281 скважина, в 226 из которых (80%) обнаружено содержание мышьяка выше нормативного, из которых 70% содержат 5-20 ПДК, 15% – 20-30 ПДК мышьяка. Самые высокие показатели содержания мышьяка отмечены в северо-восточной части бассейна. Ареал распространения мышьяковистых подземных вод имеет место и в центральной части СДАБ – Ногайском районе, который ранее считался благополучным: в 78% исследованных скважин, сосредоточенных между г. Южносухокумск и сел. Терекли-Мектеб содержание мышьяка составляет 0,06-0,24 мг/л (6-24 ПДК). Западная часть СДАБ – Хасавюртовский, Кизилюртовский, Новолакский районы РД, относительно благополучны (Информационный бюллетень, вып. 9, 2006). Содержание мышьяка в исследованных скважинах этих районов не превышает 0.04 мг/л, а более половины скважин

не содержат мышьяк или содержат в пределах нормы (Курбанова и др., 2008; Курбанова и др., 2013).



**Рис.** Обзорная карта содержания мышьяка в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна. **Fig.** Overview map of arsenic content in the Northern-Dagestan artesian water.

**Таблица.** Содержание мышьяка в подземных водах. **Table.** Arsenic content in groundwater.

| №№<br>п/п | Место отбора        | Содержание As, мг/л |         |      |
|-----------|---------------------|---------------------|---------|------|
|           |                     | 2002 г.             | 2011 г. | 2013 |
| 1         | 2                   | 3                   | 4       | 5    |
| 1         | с/о «Геолог»        | 0,18                | 0,19    |      |
| 2         | пос. Кочубей        | 0,11                | 0,11    |      |
| 3         | разъезд 12, р. Кума | 0,09                | 0,18    |      |
| 4         | площадь Юбилейная   | 0,09                | 0,01    | 0,02 |

| 1  | 2                                | 3     | 4    | 5    |
|----|----------------------------------|-------|------|------|
| 5  | г. Южно-Сухокумск                | 0.11  | 0.16 | 0.15 |
| 6  | Дагестанское нефтяное управление | 0.045 |      | 0.03 |
| 7  | кут. Майский                     | 0.16  | 0.08 |      |
| 8  | площадь Майская                  | 0.11  | 0.19 |      |
| 9  | пос. Коктюбей                    | 0.1   | 0.07 |      |
| 10 | пос. Таловка                     | 0.1   | 0.06 |      |
| 11 | полигон Солнце                   | 0.18  | 0.23 |      |

По результатам полученных исследований и исследований, проведенных другими организациями (ОАО «Дагестангеология, «Дагестангеомониторинг») авторами была составлена «Обзорная карта содержания мышьяка в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна» (рис. 1), в которой отражены результаты химических анализов мышьяка порядка 450 скважин [5].

Для выявления возможных изменений содержания мышьяка во времени составлена таблица по 11 скважинам, в которых содержание мышьяка определялось повторно в 2011 и 2013 гг. (табл. 1) Однако сравнительный анализ полученных результатов не выявил каких-либо закономерностей. Вероятно, недостаточно количество данных, или недостаточен временный промежуток в 9-11 лет.

По результатам выполненных исследований можно сделать определенные выводы.

- Каких-либо закономерностей в изменении содержания мышьяка в водах во времени (9-11 лет) не выявлено.

- Содержание мышьяка в подземных водах увеличивается к северо-востоку СДАБ, т.е. от областей питания к областям транзита и разгрузки водоносных комплексов: сначала в верхней толще верхнеапшеронского, а затем и в вышележащих бакинском и хазаро-хвалынском водоносных комплексах. Объясняется это тем, что в расходной части водного баланса преобладает перетекание от низезалегающих в верхние водоносные пласты с последующим испарением, что приводит к повышению, как общей минерализации, так и концентраций мышьяка в верхних водоносных комплексах.

- Подземные воды с высокими содержаниями мышьяка формируются в водоносных горизонтах, сложенных песчано-глинистыми породами. В основном эти воды имеют гидрокарбонатно-натриевый и хлоридно-натриевый состав. Встречаются воды промежуточного состава – хлоридно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные). В катионном составе резко доминируют ионы натрия (Pelur, 2004; Рыженко и др., 2010).

Что касается генезиса, то причинами повышенного содержания мышьяка в подземных водах обычно являются: близость к горным разработкам вольфрамовых, медно-кобальтовых, полиметаллических руд. Важнейшими загрязнителями мышьяком считаются обогатительная промышленность, предприятия по производству пестицидов, красителей, а также сельское хозяйство.

Однако в рассматриваемом регионе нет ни горных выработок, ни обогатительной промышленности. Сельское хозяйство имеет в основном животноводческое направление и мало связано с ядохимикатами. К тому же артезианские воды изолированы слабопроницаемыми глинистыми слоями от воздействия поверхностных загрязнителей. Вероятнее всего мышьяковистое заражение СДАБ объясняется естественными причинами: мышьяк попадает в подземные воды вследствие геологических и биологических процессов, а антропогенный фактор имеет второстепенное значение.

М.К. Курбановым выдвигалась гипотеза, что источником регионального мышьякового загрязнения пресных подземных вод СДАБ являются примеси мышьяковистых минералов в некоторых контактирующих с продуктивными горизонтами слоев песчано-глинистых отложений [10]. Вероятно, в областях сноса, т.е. северных склонах Главного Кавказского хребта, мышьяковистые минералы (*реальгар*  $AsS$ , *аурит*  $As_2S_3$ , *мышьяковистый колчедан*, *арсенипирит*  $FeAsS$ , *леллингит*  $FeAs_2$ ) в постакачагыльский период осадконакопления и формирования плейстоценовой толщи СДАБ имели более широкое распространение (Информационный бюллетень, №8, 2011). Неравномерно распространенные в контактирующих песчано-глинистых и глинистых отложениях мышьяковистые минералы растворяются,

выщелачиваются и вступают в ионообменные химические реакции с макрокомпонентами подземных вод. В естественных условиях мышьяковистые соединения, по-видимому, адсорбируются глинистыми и песчано-глинистыми частицами водоносных и водоупорных горизонтов. Но в условиях интенсивной эксплуатации артезианских скважин и связанной с этим активизации движения подземных вод происходит усиление тепломассообмена между флюидами и минеральными частицами горных пород (Курбанова, 2012).

Сложившийся фонтанно-гидродинамический режим эксплуатации на предельном уровне, в результате которого увеличивается водоотбор скважинами и соответственно происходит падение пьезометрических уровней и инфильтрация из выше- и нижезалегающих водоносных горизонтов соленых вод в продуктивные горизонты, также способствуют росту концентрации мышьяка. По мере роста количества эксплуатационных скважин в населенных пунктах процесс усугубляется, образуются крупные депрессионные воронки, для которых характерно максимальное мышьяковистое и прочее загрязнение (Кондаков и др., 2003; Курбанов, 1969).

Таким образом, процессы, способствующие росту концентрации мышьяка, продолжаются и единственный источник пресных подземных вод – СДАБ, может подвергнуться сплошному мышьяковистому и прочему загрязнению, что может привести к катастрофе в водоснабжении целого региона.

Необходимо продолжить работы по выявлению причин мышьяковистого заражения. Необходимо провести идентификацию мышьяковистых примесей во всей плиоцен-плейстоценовой осадочной толще, мощность которой колеблется от 350 до 1000-1200 м.

Для этого необходимо решать следующие задачи.

- определение количественного содержания мышьяковистых минералов в осадочной толще артезианского бассейна;
- определение форм нахождения и закономерностей распространения их с глубиной;
- определение физико-химических и водно-физических свойств мышьяковистых минералов и минеральных ассоциаций, приуроченных к продуктивной толще пресных подземных вод СДАБ;
- выявить степень мышьяковистого загрязнения Терско-Кумского артезианского бассейна, в состав которого входит СДАБ.

В некоторых странах для получения точной информации о загрязнении мышьяком используются изотопные методы, которые намного быстрее и дешевле чем применении неизотопных методов. Полученные данным методом данные позволяют также проводить точную оценку динамики водоносного горизонта и подземных вод. Таким образом, они помогают установить, будут ли глубокие водоносные горизонты оставаться без примесей мышьяка в течение длительного времени, можно ли их использовать в качестве альтернативных источников пресной воды и как другие глубокие водоносные горизонты могут загрязняться за счет смешивания глубоких и неглубоких пластов (Курбанова, 2012).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кондаков В.М., Курбанов М.К., Самедов Ш.Г. 2003. Ресурсы пресных подземных вод Дагестана и оценка их загрязнения // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Предкавказья. Труды Института геологии Дагестанского Научного Центра Российской Академии наук. Вып.49. Махачкала. С. 12-19.
- Курбанов М.К. 1969. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. Махачкала: Дагкнигиздат. 92с.
- Курбанов М.К. 2003. Гидрогеоэкологическая программа «Родник. Ресурсы подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования, предотвращения процессов загрязнения и истощения» на 2003-2008 гг. // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. Труды Института геологии Дагестанского Научного Центра Российской Академии наук. Вып 49. Махачкала. С. 196-209.
- Курбанов М.К., Курбанова Л.М., Самедов Ш.Г., Базманова П.М. 2002. Problem of arsenic and other pollution of fresh underground waters of Thersco-Kumsky artesian basin and possible ways its solution // The Second International Conference Ecological Chemistry. Chisinay, Moldova, October 11-12 // Вторая Международная конференция по экологической химии. Кишинев).

- Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш. 2008. К проблеме мышьяковистого загрязнения Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Геология и нефтегазоносность юга России. Труды Института геологии Дагестанского Научного Центра Российской Академии наук. Вып. 52. – Махачкала. С. 218.
- Курбанова Л.М. 2012. Проблемы микрокомпонентного загрязнения Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Региональная геология и нефтегазоносность Кавказа. Труды Института геологии Дагестанского Научного Центра Российской Академии наук. Вып. №58. Махачкала. С. 185-187.
- Курбанова Л.М., Самедов Ш.Г., Газалиев И.М., Абдулмуталимова Т.О. 2013. Мышьяк в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Журн. Геохимия. № 3. С. 262-265.
- Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. 2004. Экологическая эпидемиология. М., изд. «АКАДЕМА».
- Рыженко Б.Н., Черкасова Е.В., Лиманцева О.А., Ма Тенг. 2010. Модель формирования загрязнения подземных вод мышьяком. 3. Причины загрязнения // Геохимия. № 7. С.773-778.
- Информационный бюллетень за 2006 год о состоянии геологической среды на территории Республики Дагестан. Вып. 9. Махачкала, РЦ «Геомониторинг», 2007.
- Информационный бюллетень о состоянии недр территории Республики Дагестан за 2010 г. Вып.14. Махачкала, ГУП «РЦ Дагестангеомониторинг», 2011.

## ECOLOGICAL ASPECTS ARSENIC POLLUTION OF THE NORTHERN-DAGHESTAN ARTESIAN BASIN

2015. L.M. Kurbanova, A.Sh. Guseinova

*Institute of geology of the Daghestan Scientific center RAS  
Russia 367030, Makhachkala, Yragskogo str., 75  
E-mail: bilysha1964@mail.ru*

The problems of arsenic pollution North Dagestan Artesian Basin - the only source of drinking water in the North of Dagestan. Results of monitoring of arsenic in 2002 and 2013 . It is noted that the concentration of arsenic in water are on average 20-30 maximum allowable concentration. According to preliminary data from its genesis associated with the migration of arsenic compounds from sand and clay deposits of sedimentary strata of the Pliocene- Pleistocene deposits. Long-term exploitation of basin with violations of the geotechnical and ecological sanitary standards strengthens the processes of arsenic pollution.  
*Key words:* Artesian Basin , arsenic pollution, aquifers.