

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОД РЕКИ АРДОН И ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДЫ РЕКИ ТЕРЕК – ОБЪЕКТА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ I КАТЕГОРИИ

А.Г. Гурбанов¹, А.Б. Лексин², В.М. Газеев³, О.А. Гурбанова⁴,
А.Б. Лолаев⁵, А.Х. Оганесян⁶, С.О. Дзэбоев⁷

Аннотация. В статье на основании результатов геохимических исследований проб воды и дебитов в контрольных пунктах р. Ардон приведены впервые рассчитанные количества (в кг/месяц) металлов и металлоидов, выносящихся загрязненными (отходами деятельности ССЦК) водами р. Ардон на предгорную равнину. На основании сравнительного анализа количеств металлов, выносящихся водой р. Ардон, выявлен еще один из основных источников техногенного загрязнения ее вод в равнинной части, представленный аллювиальными донными осадками.

Экологическое состояние воды в р. Ардон, а соответственно и в реке более высокого порядка – Терек, как водоема рыбохозяйственного значения первой категории, ухудшилось, и из ее оборота пока (2001–2003 гг.) выведено 90 га нерестовых и нагульных площадей для ценных пород рыб. Однако, судя по полученным в 2015 г. данным, состояние вод р. Ардон ухудшается и будет постоянно ухудшаться, что в итоге может привести к экологической катастрофе федерального уровня.

Анализ всех полученных последних и опубликованных ранее данных показал, что представляется целесообразным проведение исследований на федеральном уровне с опробованием (воды и донных осадков) в выбранных нами контрольных пунктах:

– устьях притоков р. Терек – Ардона, Фиагдона и Баксана, дренирующих многочисленные месторождения Садонского и Тырныаузского рудных полей с Унальским, Фиагдонским и Тырныаузскими хвостохранилищами;
– р. Терек, как после впадения в него рек более низкого порядка – Ардона, Фиагдона и Баксана (Малки), так и далее вниз по его течению, вплоть до его впадения в Каспийское море.

Представляется также целесообразным отбор представительных проб илов и воды в дельте Терека, так как при смешении относительно холодных пресных речных вод, обогащенных рядом металлов, с теплыми солеными морскими водами, с различными рН и еН, может возникнуть природный геохимический барьер, на котором более 90 лет происходит осаждение и накопление ряда металлов и металлоидов. Этот процесс может привести к формированию комплексного осадочного месторождения. Результаты анализа отобранных проб подтвердят или опровергнут наше предположение.

Ключевые слова: Садонский свинцово-цинковый комбинат, геохимические особенности вод, воды водоемов рыбохозяйственного значения, источники загрязнения вод р. Ардон, методы очистки вод поверхностных водотоков и количество выносимых ими металлов и металлоидов.

ВВЕДЕНИЕ

Ранее [13; 3, 4, 2] на основании анализа полученных данных о концентрации макро- и микроэлементов и форм их миграции в поверхностные водотоки в районе деятельности Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината (ТВМК) были выявлены их следующие важные особенности:

1. Содержание макро- и микроэлементов в водах р. Баксан – главной водной артерии, дренирующей, с питающей ее поверхностными водотоками, район бывшей деятельности ТВМК; превышает в десятки и сотни раз величины ПДК для широкого круга элементов не только вблизи от техногенных

источников загрязнения, но и на значительном удалении от них – ниже их по течению р. Баксан. Так, в воде р. Баксан при ее выходе на предгорную равнину (пос. Исламей в 70 км ниже по течению от района деятельности ТВМК) установлено существенное превышение величин ПДК следующих элементов – Al, Fe, Mn, Be, Si, Ti, W, Mo, Cu, As, Sb, Tl и Hg.

2. Установлено, что базовые микроэлементы (Mo, W, As, Li, Rb, Cs, Sb, Re, Bi, Y) мигрируют в виде истинных растворов в поверхностные водотоки в районе деятельности ТВМК. Исключение составляют только Bi и Y, мигрирующие (порядка 70 отн. %) во взвешенной минеральной форме.

3. Экологическое состояние воды в р. Баксан,

¹ Гурбанов Анатолий Георгиевич – к. г.-м. н., в. н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва, в. н. с. КНИО ВНЦ РАН, г. Владикавказ.

² Лексин Алексей Борисович – сотрудник лаборатории «Геоинформатики», ИГЕМ РАН, г. Москва (lexin@igem.ru).

³ Газеев Виктор Магалимович – к. г.-м. н., с. н. с. КНИО ВНЦ РАН г. Владикавказ, н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва.

⁴ Гурбанова Ольга Александровна – к. х. н., ассистент, геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова (gur_o@mail.ru).

⁵ Лолаев Алан Батразович – д. т. н., профессор, зав. каф. СОГУ им. К.Л. Хетагурова, в. н. с. КНИО ВНЦ РАН, г. Владикавказ (abl-2010@mail.ru).

⁶ Оганесян Александр Хачатурович – к. т. н., доцент ФГБОУ СКГМИ (ГТУ), с. н. с. КНИО ВНЦ РАН, г. Владикавказ (alexoganesyan1984@mail.ru).

⁷ Дзэбоев Станислав Олегович – инженер ООО «НПО Геоинжиниринг», г. Владикавказ (stanislav.dzaboev@mail.ru).

а соответственно и в реке более высокого порядка – Терек, как водоема рыбохозяйственного значения первой категории, ухудшилось, и из ее оборота пока было выведено 90 га нерестовых и нагульных площадей для ценных пород рыб [6, 7, 8]. При этом следует учитывать, что воды р. Терек, до впадения в нее вод загрязненной рядом элементов р. Баксан, уже были и продолжают загрязняться рядом элементов, характерных для ССЦК. Эти факты и определили проведение исследований для приблизительной оценки количества металлов и металлоидов, выносящихся водами р. Ардон в р. Терек, что необходимо для объективной оценки экологического состояния гидросферы бассейнов рр. Ардон, Терек, а соответственно, угрозы не только для развития, но и для существования рыбных хозяйств не только в бассейне р. Терек – реки более высокого порядка, впадающей в Каспийское море и, вероятно, загрязняющей его акваторию в районе своей дельты. Результаты этих исследований рассматриваются ниже.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОСФЕРЫ, ВЛИЯЮЩЕЙ НА СОКРАЩЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ НЕРЕСТИЛИЩ В Р. АРДОН И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД Р. ТЕРЕК

Из-за ухудшения геохимического состава вод р. Ардон явно проявляется реальная опасность загрязнения ими других водоемов высшего порядка, что может привести к выведению из рыбохозяйственного оборота значительных нерестовых и нагульных площадей в бассейне р. Терек [5, 6, 8, 10]. В 2001 г. в воде р. Терек в контрольном пункте было установлено превышение ПДК по Mo в 4–8; W в 4; Pb в 3 и Cu в 2 раза [1, 7, 9, 10]. Следовательно, уже начала проявляться региональная экологическая катастрофа, выразившаяся в загрязнении экологически опасными элементами части среды (гидросферы) обитания человека. Причем экологически опасные элементы (Ti, As, Sb, Cd, B, Li, Pb, Zn, Sn, W, Mo и др.) будут постоянно поступать из главных источников загрязнения – Унальского хвостохранилища и «воды» из защитного озера, постоянно сливаемой по дренажной трубе прямо в р. Ардон. Кроме того, загрязнение вод р. Ардон происходит и за счет второстепенных источников, каковыми являются ее боковые притоки Садонка, Архондон, Джимидон, Уналдон, в долинах которых расположены полиметаллические месторождения ССЦК, шахтные воды которых загрязняют эти притоки [11, 12]. В итоге в реках Ардон и Терек из-за постоянного загрязнения их вод будут уменьшаться площади для нереста и нагула ценных пород рыб, что нанесет весьма значительный урон рыбным хозяйствам Южного федерального округа. В связи с этим рассмотрим ПДК для воды в рыбном хозяйстве и существующие законодательство и нормативные акты в этой отрасли.

Проблемам безопасного использования природных ресурсов, а также образования, хранения и утилизации твердых бытовых и промышленных

отходов посвящена обширная литература. Из ее анализа следует, что, в соответствии с существующим природоохранным законодательством и подзаконными актами, в местах хранения хвостов обогатительных фабрик горно-обогатительных комбинатов (ГОКов), расположенных на территории Южного федерального округа (Республика Северная Осетия-Алания, Кабардино-Балкарская и Карачаево-Черкесская Республики), крайне необходимо осуществлять мониторинг в области природопользования и экологической безопасности территорий, прилегающих к этим хвостохранилищам.

Известно, что загрязненная среда обитания оккупирует как токсическое (легко определяемое), так и генетическое (выявить сложно, так как его последствия проявляются через длительный промежуток времени) влияние на живые организмы. Среди поллютантов важную роль играют тяжелые металлы (ТМ), что обусловлено их широким применением в промышленности и многочисленными путями их поступления в окружающую среду и в организмы человека, животных и рыб. Особую проблему создает малая подвижность ТМ в биогеоценозах, обусловленная их плохой растворимостью. ТМ, попавшие в окружающую среду, формируют стойкие соединения, которые практически не выводятся из биогеоценозов и, постепенно накапливаясь в природных объектах, со временем могут достичь опасных концентраций, даже при незначительных уровнях их поступления [5].

Приведем предельно допустимые концентрации (ПДК) для ряда элементов и классы опасности для вод водных объектов рыбохозяйственного значения (табл. 1).

Даем расшифровку лимитирующих показателей вредности: **токсикологический** – прямое токсическое действие веществ на водные биологические ресурсы. **Санитарный** – нарушение экологических условий, изменение трофности водных объектов рыбохозяйственного значения; гидрохимических показателей: кислород, азот, фосфор, pH; нарушение самоочищения воды водных объектов рыбохозяйственного значения: БПК₅ (биохимическое потребление кислорода за 5 суток); численность сапрофитной микрофлоры. **Санитарно-токсикологический** – действие вещества на водные биологические ресурсы и санитарные показатели водных объектов рыбохозяйственного значения. **Органолептический** – образование пленок и пены на поверхности воды водных объектов рыбохозяйственного значения, появление посторонних привкусов и запахов в воде водных объектов рыбохозяйственного значения, выпадение осадка, появление опалесценции, мутности и взвешенных веществ, изменение цвета воды водных объектов.

Для расшифровки степени опасности некоторых элементов приведено описание токсических действий Al, Fe и Mn.

Al – токсическое действие. Токсичность алюминия проявляется во влиянии на обмен веществ, в особенности минеральный, на функцию нервной

системы, в способности действовать непосредственно на клетки (их размножение и рост); длительное вдыхание пыли алюминия и некоторых его соединений ведет к фиброзированию легочной ткани [5].

Fe – токсическое действие. Токсичность со-

единений железа в воде зависит от pH. В щелочной среде токсичность для рыб резко возрастает, т. к. образуются гидроксиды железа, которые осаждаются на жабрах, закупоривают их и разъедают. Кроме того, железо (II) легко переходит в железо (III), которое связывает растворенный в воде кис-

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) и класс опасности

| Элемент | ПДК, мг/л | Лимитирующий показатель вредности | Класс опасности |
|---------|-----------|--|-----------------|
| Na | 200 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Mg | 50 | Органолептический, придает воде привкус | 3 |
| Ca | | | |
| Al | 0.2 (0.5) | Органолептический, увеличивает мутность воды | 3 |
| Si | 10 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Fe | 0.3 | Органолептический, придает воде окраску | 3 |
| Li | 0.03 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Be | 0.0002 | Санитарно-токсикологический | 1 |
| B | 0.5 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Ti | 0.1 | Общесанитарный | 3 |
| V | 0.1 | Санитарно-токсикологический | 3 |
| Mn | 0.1 | Органолептический, придает воде окраску | 3 |
| Co | 0.1 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Ni | 0.02 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Cr | 0.05 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Zn | 1 | Общесанитарный | 3 |
| As | 0.01 | Санитарно-токсикологический | 1 |
| Sr | 7 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Ba | 0.7 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Hg | 0.0005 | Санитарно-токсикологический | 1 |
| Pb | 0.01 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Mo | 0.07 | Санитарно-токсикологический | 3 |
| W | 0.05 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Tl | 0.0001 | Санитарно-токсикологический | 1 |
| Cd | 0.001 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Sb | 0.005 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| Bi | 0.1 | Санитарно-токсикологический | 2 |
| U | 0.015 | Санитарно-токсикологический | 1 |

Примечание. Приказ Росрыболовства от 18 января 2010 г. № 20 об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [14].

лород, приводя к массовой гибели рыб и других гидробионтов. Вода, содержащая железо, непригодна для инкубации икры, так как его гидроксид осаждается на икре и на жабрах мальков, вызывая их массовую гибель. Очень чувствительны к гидроксиду железа (III) моллюски, прудовики, улитки, водоросли.

Mn – токсическое действие. Токсическое действие Mn связано с поражением ЦНС, где он вызывает органические изменения экстрапирамидного характера, в тяжелых случаях – паркинсонизм. В основе этого эффекта лежит поражение дофаминергической системы мозга. Угнетение биосинтеза катехоламинов связано с влиянием на окислительные ферменты, локализованные на митохондриях, где накапливается Mn.

В Республике Северная Осетия-Алания основным крупным объектом техногенного загрязнения окружающей среды является Садонский свинцово-цинковый комбинат (ССЦК), который включает: Садонское, Верхне-Згидское, Архонское, Холстинское, Левобережное, Джимидонское, Бозангское месторождения, Мизурскую горно-обогатительную фабрику (МГОФ) с Унальским хвостохранилищем, отвалы пустых пород и руд из разведочных штолен и шахт с вытекающими из них загрязненными шахтными водами. Важно отметить, что МГОФ с производительностью 20 000 тонн руды в сутки на протяжении 55 лет (с 1929 г. до 1984 г.), складировала «хвосты» флотации в чаше временного хранилища (в узкой боковой долине левого притока р. Ардон), расположенной над пос. Мизур. МГОФ работала в режиме зимнего хранения хвостов с ежегодным полным их сбрасыванием в р. Ардон в паводковый период. Это, вместе с попаданием в реку шахтных и производственных стоков, привело к сильному загрязнению речной воды и донных отложений **Pb, Zn, Cu, Cd, Sb, As, Si, Mo, S, Ag** и др. на всем ее протяжении до впадения в р. Терек и, возможно, далее, вплоть до Каспия, что могло привести к экологической катастрофе федерального значения. Поэтому в 1984 г. в левом борту долины р. Ардон, в ее пойме, в 700 м севернее сел. Унал, было построено стационарное Унальское хвостохранилище МГОФ. Его ложем являются аллювиальные галечники р. Ардон. С запада оно ограничено федеральной автодорогой «Транскам», его восточный борт отделен от русла реки насыпной дамбой, укрепленной с низовой стороны железобетонной подпорной стеной со сквозными «шпорами» высотой 5 м. Общая длина дамбы около 1 км при высоте до 30 м и площадью 16 га. В чаше хвостохранилища устроено водосборное сооружение шахтного типа с отводящим трубопроводом, по которому происходит постоянный сброс в р. Ардон осветленной части пульпы, поступающей в хвостохранилище. Сейчас, по данным МГОФ, в хвостохранилище захоронено 2,6 млн тонн промышленных отходов с содержаниями: **Pb** – 0,21 %, запасы – 5 460 т; **Zn** – 0,32 %, запасы – 8 320 т; **Cu** – 0,1%, запасы 2 600 т; **Fe** – 6,2 %, запасы – 161

200 т; **Ti** – 0,18 %, запасы – 4 680 т; **Mn** – 0,16 %, запасы – 4 160 т; **Ag** – 4,2 г/т, запасы – 10,92 т.

МЕТОДИКА ОТБОРА ПРОБ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения поставленных задач была разработана схема опробования (рис. 1) в контрольных пунктах, которые выбирались таким образом, чтобы в них имелись данные о дебитах р. Ардон и ее притоков в контрольных пунктах, а также отображалось экологическое состояние вод р. Ардон (степень их загрязнения) в зависимости от воздействия на нее (воду р. Ардон) главных и второстепенных источников загрязнения [12]. В этой статье рассматриваются результаты анализа следующих проб из контрольных пунктов: **20/15** – р. Ардон (фоновая проба для сравнительного анализа, **дебит 22.5 м³/сек**) расположена на южной окраине пос. Бурон и в 8 км южнее района деятельности ССЦК, т. е. вне зоны загрязнения; **21/15** – устье р. Большой Лабгом (правый приток р. Ардон) в 4 км южнее района деятельности ССЦК (**дебит 0.37 м³/сек**); **22/15** – устье р. Садонки (левый приток р. Ардон), в ее долине расположены Садонское и Верхне-Згидское месторождения (**дебит 2.41 м³/сек**); **26/15** – р. Ардон у курорта Тамиск, вода загрязнена главными (Унальское хвостохранилище с защитным озером) и второстепенными (воды рек Садонка, Архондон, Уналдон и Джимидон, в долинах которых расположены все остальные месторождения ССЦК) источниками загрязнения (**дебит 29.2 м³/сек**); **36/15** – р. Ардон на предгорной равнине перед г. Алагир (**дебит 29.5 м³/сек**).

Пробы воды отбирались в чистые 330-миллиметровые пластиковые бутылки и подкислялись 1 мл 10 % азотной кислоты и герметически закрывались.

Расширенный элементный анализ проб воды проводился атомно- (iCAP-6500, Thermo Scientific, США) и масс-спектральными методами с индуктивно связанной плазмой ICP-MS (X-7, Thermo Elemental, США) в Аналитическом сертификационном испытательном центре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (АСИЦ ИПТМ РАН) с использованием стандартного образца питьевой воды «Trace Metals in Drinking Water» производства High-Purity Standards (США).

Для наглядного отображения масштабов загрязнения вод р. Ардон промышленными отходами деятельности ССЦК проведен приблизительный расчет количества металлов и металлоидов, выносящихся поверхностными водотоками (с известными дебитами в м³/сек) за один летний месяц (июль 2015 г.), протекающими через контрольные пункты (рис. 1). Расчеты производились следующим образом: 1) используя данные о содержаниях (в мкг/л и нг/л) конкретного элемента (табл. 2), рассчитывалось их количество в одном м³, а затем эта величина умножалась на дебит рассматриваемого водото-

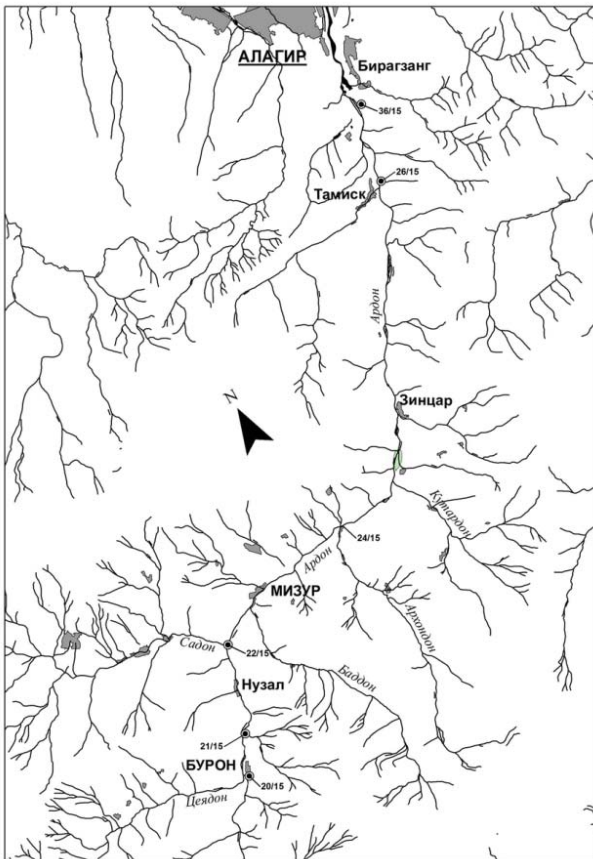


Рис. 1. Места расположения контрольных пунктов опробования вод р. Ардон и ее притоков

ка в конкретном контрольном пункте; 2) полученная величина умножалась на количество секунд в одном месяце; 3) полученная цифра в мкг/месяц и нг/месяц пересчитывалась на кг/месяц.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты аналитических исследований проб воды, отобранных в 2015 г., с данными по ПДК для питьевой воды и для вод водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, приведены в *табл. № 2*.

Из анализа данных, приведенных в *таблице № 2*, видно, что 8 элементов – Na, Al, Si, Fe, As, Pb, Mo, Sb – имеют превышение ПДК для вод водоемов рыбохозяйственного значения, причем Na, Mo, Si имеют превышение в 3.7, 2 и 3 раза, соответственно; для Fe, Pb – в 5 раз; для Al – 11 раз; для Sb – в 1 414 раз; для As – в 10 700 раз в контрольном пункте на южной окраине г. Алагир (проба 36/15). Важно отметить, что среди этих элементов присутствуют: As – элемент 1-го класса опасности с санитарно-токсикологическим показателем вредности; Na, Si, Pb, Sb – элементы 2-го класса опасности с органолептическим, санитарно-токсикологическим показателями вредности.

Сравнительный анализ содержаний ряда элементов в пробе № 26/15 (контрольный пункт у

курорта Тамиск при выходе р. Ардон из каньона на предгорную равнину) с содержаниями этих же элементов в фоновой пробе № 20/15 (контрольный пункт на южной окраине пос. Бурон) показал, что за счет главного и второстепенных источников загрязнения, обусловленных отходами деятельности ССЦК, произошло увеличение (в разы) содержаний следующих элементов в воде р. Ардон в пробе 26/15: Mg, Li – в **1.4**; Na, K, S, Mo, U – в **1.5**; Si, Sr, Ba, Cs – в **1.8**; Ti, Be, Rb, Y, Zr, Er, Tm, Yb, Lu, Tl – в **2**; Al, Mn, Co, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Hf, Th – в **2.5**; P, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Sn, Eu, W – в **3**; Ag, Bi – в **6**; Zn – в **8**; Pb, Cd – в **11**; Sb – в **16**; As – в **40**.

Сравнительный анализ содержаний широкого круга элементов в пробе № 36/15 (контрольный пункт в р. Ардон на южной окраине г. Алагир, расположенного на предгорной равнине) с содержаниями этих же элементов в пробе № 26/15 помог выявить необычную, на первый взгляд, картину, заключающуюся в том, что, несмотря на отсутствие источников загрязнения (месторождений, рудопроявлений с рудами Садонского типа), на отрезке долины между пробами 36/15 и 26/15 в воде пробы 36/15 произошло довольно сильное увеличение (в разы) содержаний ряда металлов, характерных для руд Садонского типа: Ca, Ni, Li, Nb, Cs, U – в **1.4–1.5**; Si, Ba, In, Cd, Hf – в **2.6–2.9**; Cr, Cu, Sr, Pb – в **3.4–3.8**; B, P – в **4.6**; Rb – в **5.3**; Bi – в **6.5**; K, Zr – в **10**; S, V, Zn – в **20**; Te – в **114**; Na – в **175**; As – в **203**; Re – в **507**; Sn – в **584**; Mo – в **648**; W – в **754**; Sb – в **2 703**; и уменьшение (в разы): Be, Ag – ниже ПО; Al – в **1.5**; Y, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu – в **2.3–2.6**; Ti, Tl – в **2.9**; Mn – в **3.2**; Fe – в **4.2**; Th – в **7.6**. Следовательно, впервые выявлен еще один из главных источников загрязнения вод р. Ардон в ее равнинной части, представленный аллювиальными донными осадками. Объяснить этот эффект предлагается следующим образом. На отрезке протяженностью до 35 км (от плотины Зарамагской ГЭС до курорта Тамиск, расположенного на выходе реки на предгорную равнину) р. Ардон протекает в каньонобразной долине, где скорость ее течения достигает 2.3 м/сек, а далее на равнине до г. Алагир и до ее впадения в р. Терек скорость резко снижается до 1.6 м/сек в районе г. Алагир и до 1.5 м/сек ниже по течению реки, что привело к разнице мощностей и составов донных осадков. Это было обусловлено тем, что на протяжении 55 лет (до 1 января 1984 г.) отходы МГОФ (с производительностью до 20 000 тонн руды/сутки) в летне-зимний периоды года складировались во временном хранилище, а весной, в паводковый период, они ежегодно полностью сбрасывались в р. Ардон. В результате произошло их дифференцированное отложение в аллювиальных донных речных отложениях. В каньоне, где скорость течения высокая, отложение тонкодисперсного материала хвостов (с максимальными концентрациями рудных элементов [11, 12]) в донные осадки было минимальным, а при

выходе реки на предгорную равнину, где скорость ее течения резко снижалась, оно было максимальным. Донные осадки в равнинной части реки, обогащенные рудными минералами, могут постоянно поставлять (в виде взвесей, коллоидов или истинных растворов) в воду новообразованные подвижные минеральные формы или элементы и загрязнять ее. Это предположение подтверждено результатами сравнительного геохимического анализа проб воды на равнине и при выходе реки из каньона (в районе курорта Тамиск). Так, в воде р. Ардон, в ее равнинной части (окраина г. Алагир) наблюдается повышение (в разы), по сравнению с водой на выходе из каньона, концентрации и набора базовых металлов и металлоидов следующим образом: **K, Zr, S, V, Zn** – в первые десятки раз; **Te,**

Na, As – в первые сотни раз; **Re, Sn, Mo, W** – от 507 до 754 раз; **Sb** – в первые тысячи раз.

Для наглядного отображения степени и масштабов загрязнения промышленными отходами вод рр. Ардон и Терек в *таблице № 3* приведены рассчитанные (с учетом дебитов и времени) количества (в кг) металлов и металлоидов, выносящихся р. Ардон и ее притоками за один летний месяц через контрольные пункты (*рис. 1*).

Из анализа данных, приведенных в *таблице № 3*, видно, что суммарное количество металлов и металлоидов, вынесенных за один месяц из района деятельности ССЦК, составляет 93 038 тонн, а из аллювиальных донных осадков на отрезке от курорта Тамиск до южной окраины г. Алагир – 87 525 тонн. Следовательно, отнесение

Таблица 2

Содержание макро- и микроэлементов (в мкг/л с В по Pb и в нг/л с Li по U) в пробах воды р. Ардон в контрольных пунктах (по данным ICPMS и ICPAP-6500)

| Элемент | ПО, мкг/л | ПДК, мг/л | Класс опасности | 20/15 | 21/15 | 22/15 | 26/15 | 36/15 |
|---------|--------------|--------------|--------------------|-------|-------|-------|-------------|--------|
| B | 0,8 | 0,5 | 2 | 19,3 | 3,2 | 16,8 | 21,7 | 99,4 |
| Na | 9 | 200 | 2 | 2771 | 1746 | 5608 | 4293 | 751670 |
| Mg | 4 | 50 | 3 | 5930 | 3004 | 6256 | 8369 | 8678 |
| Al | 0,8 | 0,2 (0,5) | 3 | 1330 | 402 | 540 | 3394 | 2336 |
| Si | 8 | 10 | 2 | 4593 | 3463 | 3825 | 8112 | 21475 |
| P | 12 | | | 50,0 | < ПО | 21,9 | 160 | 792 |
| S | 35 | | | 8056 | 14420 | 10615 | 11790 | 260718 |
| K | 2 | | | 874 | 920 | 976 | 1402 | 13963 |
| Ca | 8 | | | 25078 | 24789 | 27803 | 34388 | 56709 |
| Ti | 0,7 | 0,1 | 3 | 48,8 | 16,2 | 2,0 | 102 | 35,4 |
| V | 0,1 | 0,1 | 3 | 2,4 | 0,80 | 0,68 | 6,8 | 116 |
| Cr | 0,6 | 0,05 | 2 | 2,1 | < 0,8 | < 1,1 | 6,1 | 22,7 |
| Mn | 0,04 | 0,1 | 3 | 51,4 | 8,3 | 28,2 | 135 | 42,7 |
| Fe | 7 | 0,3 | 3 | 2172 | 620 | 1081 | 6321 | 1491 |
| Co | 0,06 | 0,1 | 2 | 0,87 | 0,22 | 0,63 | 2,4 | < ПО |
| Ni | 0,2 | 0,02 | 2 | 1,9 | 0,35 | 1,3 | 6,1 | 8,5 |
| Cu | 0,2 | 1 | 3 | 1,8 | 0,90 | 1,8 | 5,5 | 18,7 |
| Zn | 0,5 | 1 | 3 | 4,1 | 1,6 | 22,4 | 32,8 | 594 |
| As | 0,07 | 0,01 | 1 | 1,3 | 4,7 | 1,1 | 52,7 | 107166 |
| Sr | 0,05 | 7 | 2 | 149 | 31,1 | 81,5 | 275 | 1043 |
| Ba | 0,01 | 0,7 | 2 | 9,2 | 5,4 | 10,7 | 17,2 | 44,7 |
| Pb | 0,01 | 0,01 | 2 | 1,2 | 0,31 | 4,2 | 13,5 | 51,0 |
| Li | 5 | 0,03 | 2 | 5602 | 756 | 4284 | 7859 | 13817 |
| Be | 5 | 0,0002 | 1 | 58,6 | 34,2 | 32,8 | 133 | < ПО |
| Rb | 9 | | | 2519 | 2610 | 1059 | 4921 | 25882 |
| Y | 3 | | | 773 | 264 | 292 | 1716 | 675 |
| Zr | 5 | | | 15,0 | 9,8 | 9,8 | 31,0 | 279 |
| Nb | 3 | | | 61,7 | 40,3 | 3,1 | 75,2 | 97,3 |
| Mo | 9 | 0,07 | 3 | 247 | 2370 | 473 | 372 | 241010 |
| Ag | 3 | | | 4,5 | < ПО | 7,3 | 28,0 | < ПО |

аллювиальных донных осадков, загрязненных отходами МГОФ, к числу одного из основных техногенных источников загрязнения вод р. Ардон вполне правомерно.

По количеству (в кг) металлов и металлоидов, выносящихся из района деятельности ССЦК в воду р. Ардон, выделено 7 групп: **от 0.6 кг и до 95 кг** (в порядке возрастания): Hf, Lu, Tm, Tl (1) [здесь и далее (1) – класс опасности для вод водоемов рыбохозяйственного значения]; Ho, Tb, Eu, Re, Yb, Er, Nb, Th, Dy, Pr, Sm, Gd, Zr, Cd (2); In, Cs, Bi (2), Y, Nd, La, U (1); **от 119 кг до 650 кг**: Ce, Te,

Ni (2); **от 1 055 кг до 8 869 кг**: Li (2); Mn (3); Cr (2); W (2); Rb, Ti (3); Ba (2); Pb (2); Sn, B (2); V (3); **от 14 290 кг до 100 000 кг**: Cu (3); Mo (3); Zn (3); As (1); P, Sr (2); **от 114 007 кг до 667 550 кг**: Fe (3); Al (3); Sb (2); Mg (3); **от 1 000 000 кг до 8 194 341 кг**: K, Si (2); Ca (2); **от 19 935 540 кг до 57 475 690 кг**: S, Na (2). Лимитирующие показатели: санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.

Из приведенных данных видно, что для вод водоемов рыбохозяйственного значения в бассейнах рр. Ардон и Терек (ниже по течению от

Таблица 2 (продолжение)

Содержания в нг/л

| Элемент | ПО, мкг/л | ПДК, мг/л | Класс опасности | 20/15 | 21/15 | 22/15 | 26/15 | 36/15 |
|---------|--------------|--------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Cd | 6 | 0,001 | 2 | 10,2 | < ПО | 86,0 | 114 | 328 |
| In | 4 | | | < ПО | < ПО | < ПО | < 19 | 499 |
| Sn | 6 | | | 32,8 | 19,8 | 21,1 | 113 | 66011 |
| Sb | 3 | 0,005 | 2 | 166 | 127 | 169 | 2615 | 7067958 |
| Te | 4 | | | < ПО | < ПО | < ПО | < 44 | 5035 |
| Cs | 0,3 | | | 256 | 67,1 | 161 | 487 | 664 |
| La | 3 | | | 606 | 231 | 192 | 1480 | 1140 |
| Ce | 4 | | | 1333 | 487 | 538 | 3270 | 1569 |
| Pr | 0,5 | | | 157,0 | 59,7 | 64,7 | 409 | 181 |
| Nd | 1 | | | 680 | 249 | 311 | 1733 | 746 |
| Sm | 0,4 | | | 166 | 56,5 | 88,2 | 430 | 183 |
| Eu | 0,3 | | | 28,8 | 6,7 | 20,5 | 81,2 | 31,3 |
| Gd | 0,4 | | | 176 | 63,8 | 99,0 | 454 | 183 |
| Tb | 0,3 | | | 28,3 | 10,1 | 13,7 | 67,9 | 28,3 |
| Dy | 0,2 | | | 159 | 53,5 | 71,4 | 381 | 149 |
| Ho | 0,4 | | | 29,0 | 9,3 | 11,2 | 67,2 | 22,7 |
| Er | 0,3 | | | 84,0 | 25,0 | 25,5 | 181 | 68,6 |
| Tm | 0,2 | | | 11,2 | 3,8 | 3,1 | 23,3 | 10,0 |
| Yb | 0,3 | | | 58,5 | 18,5 | 15,3 | 130,1 | 54,3 |
| Lu | 0,3 | | | 10,2 | 3,2 | 2,0 | 18,8 | 7,6 |
| Hf | 0,4 | | | 1,4 | 0,7 | 1,0 | 3,6 | 8,4 |
| Ta | 0,9 | | | 1,0 | < ПО | < ПО | 3,1 | < ПО |
| W | 3 | 0,05 | 2 | 10,5 | 78,3 | 17,8 | 33,6 | 25345 |
| Re | 0,5 | | | < ПО | 3,3 | < ПО | 1,1 | 558 |
| Tl | 0,4 | 0,0001 | 1 | 18,0 | 11,0 | 5,5 | 42,1 | 20,9 |
| Bi | 1,8 | 0,1 | 2 | 13,8 | 8,2 | 12,7 | 82,2 | 718 |
| Th | 2,1 | | | 397 | 292 | 70,2 | 971 | 127 |
| U | 0,8 | 0,015 | 1 | 517 | 9361 | 1979 | 805 | 1246 |

Примечание. Привязка проб и дебиты водотоков: 20/15 – р. Ардон (фоновая проба, дебит 22.5 м³/сек) на южной окраине пос. Бурон и в 8 км южнее района деятельности ССЦК, т. е. вне зоны его загрязняющего воздействия; 21/15 – устье р. Большой Лабогом в 4 км южнее района деятельности ССЦК (дебит 0.37 м³/сек); 22/15 – устье р. Садонки (дебит 2.41 м³/сек), в ее долине расположены Садонское и Верхне-Звидское месторождения; 26/15 – р. Ардон у курорта Тамиск (дебит 29.2 м³/сек) – вода суммарно загрязнена главными (Унальское хвостохранилище с защитным озером) и второстепенными (воды рек Садонка, Архондон, Уналдон и Джимидон, в долинах которых расположены все остальные месторождения ССЦК) источниками загрязнения; 36/15 – р. Ардон (дебит 29.5 м³/сек) на предгорной равнине перед г. Алагир.

места впадения в нее Ардона) реальную опасность представляют четыре последние группы. Это обусловлено их длительным (более 90 лет) и пока постоянным и значительным (*таблица № 3*) поступлением в воды р. Ардон, а затем и Терека, ряда экологически опасных элементов со значительным превышением для них ПДК в контрольных пунктах, расположенных в долине р. Терек [1, 7, 10]. Следовательно, уже начала проявляться региональная экологическая катастрофа, выразившаяся в загрязнении экологически опасными элементами части среды (гидросферы) обитания человека. Причем экологически опасные элементы, в том числе и для рыбного хозяйства (Li, B, Mn, Ba, Al, Zn, Si, S, W, Mo, As, и др.), поступают и будут постоянно поступать из водотоков, протекающих через район деятельности ССЦК. В итоге в реках Ардон и Терек из-за постоянного загрязнения их вод будут уменьшаться площади для нагула и нереста ценных пород рыб, что нанесет весьма значительный урон рыбным хозяйствам Южного федерального округа и будет соответствовать, по последствиям, экологической катастрофе федерального уровня.

Для минимизации негативной экологической нагрузки на воды рр. Ардон и Терек нами предлагаются известные методы очистки загрязненных вод: 1) относительно быстро выполнимое (за 2–3 года) мероприятие по созданию системы очистки вод главных источников загрязнения вод р. Ардон от экологически опасных и экономически ценных металлов, до или ниже соответствующих значений ПДК; 2) довольно длительный процесс (порядка 10–15 лет) полной утилизации промышленных отходов, находящихся в хвостохранилище, скорее всего методом кислотного выщелачивания [4].

Для реализации первого предложения необходимо предварительное решение следующих практических задач: 1) проведение лабораторных экспериментов по извлечению ряда элементов из вод различными методами; 2) определение дебита и микроэлементного состава вод основных водотоков-загрязнителей с выявлением их сезонных колебаний; 3) выбор мест для временной изоляции водотоков и строительство водозаборов необходимых объемов, расположение в них очистных фильтров в виде ионообменных колонок различных типов; 4) выявление форм водной миграции основных элементов-загрязнителей и экономически важных элементов; 5) разработка технологии с комплексом способов последовательного (селективного) извлечения экономически важных и экологически опасных элементов. При этом важно учитывать, что при извлечении комплекса экономически ценных элементов вполне реально попутное получение чистых оксидов ряда ценных металлов (Pb, Zn, Cu, Cd, Sb, Bi, Ag и др.), что существенно повышает экономическую привлекательность данного предложения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые рассчитано количество (в кг/месяц) металлов и металлоидов, выносящихся загрязненными отходами деятельности ССЦК водами р. Ардон, протекающими через контрольные пункты (*рис. 1*). По количеству выносящихся за один летний месяц металлов и металлоидов выделено 7 групп: **от 0.6 кг и до 95 кг** (в порядке возрастания): Hf, Lu, Tm, Tl (1) [здесь и далее (1) – класс опасности для вод водоемов рыбохозяйственного значения]; Ho, Tb, Eu, Re, Yb, Er, Nb, Th, Dy, Pr, Sm, Gd, Zr, Cd (2); In, Cs, Bi (2), Y, Nd, La, U (1); **от 119 кг до 650 кг**: Ce, Te, Ni (2); **от 1055 кг до 8 869 кг**: Li (2); Mn (3); Cr (2); W (2); Rb, Ti (3); Ba (2); Pb (2); Sn, B (2); V (3); **от 14 290 кг до 100 000 кг**: Cu (3); Mo (3); Zn (3); As (1); P, Sr (2); **от 114 007 кг до 667550 кг**: Fe (3); Al (3); Sb (2); Mg (3); **от 1 000 000 кг до 8 194 341 кг**: K, Si (2); Ca (2); **от 19 935 540 кг до 57 475 690 кг**: S, Na (2). Лимитирующие показатели: санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.

2. Впервые выявлен еще один из основных источников техногенного загрязнения вод р. Ардон в ее равнинной части (от курорта Тамиск до г. Алагир), предстательный аллювиальными донными осадками.

3. Степень техногенного загрязнения (за один летний месяц) промышленными отходами ССЦК вод р. Ардон была приблизительно оценена по разнице между количествами выносящихся ею металлов и металлоидов через контрольные пункты 36/15 (южная окраина г. Алагир на предгорной равнине) и 20/15 (фоновый). Приведенные в *таблице № 3* расчеты показали, что суммарный вынос металлов и металлоидов водами р. Ардон из района деятельности ССЦК составил (94 413 – 1 326) = 93 087 кг.

4. Экологическое состояние воды в р. Ардон, а соответственно и в реке более высокого порядка – Тереке как водоема рыбохозяйственного значения первой категории, ухудшилось, и из ее оборота пока (2001–2003 гг.) было выведено 90 га нерестовых и нагульных площадей для ценных пород рыб. Однако, судя по полученным сейчас данным, состояние вод р. Ардон ухудшается и будет постоянно ухудшаться, пока существуют основные и второстепенные источники загрязнения, что в итоге может привести к экологической катастрофе федерального уровня.

5. В связи с анализом всех полученных последних и опубликованных ранее данных представляется целесообразным проведение исследований на федеральном уровне с целью опробования воды и донных осадков в выбранных нами контрольных пунктах:

– в устьях притоков р. Терек – Ардона, Фиагдона и Баксана, дренирующих многочисленные месторождения Садонского и Тырныаузского рудных полей с Унальским, Фиагдонским и Тырныаузским хвостохранилищами;

– в р. Терек, как после впадения в него рек более низкого порядка – Ардона, Фиагдона и Баксана

Таблица 3

Количества металлов и металлоидов (в кг), выносящихся за один летний месяц (июль 2015 г.) поверхностными водотоками реки Ардон с притоками в контрольных пунктах

| Элемент | ПО, мкг/л | ПДК мг/л | Класс опасн. | 20/15 | 21/15 | 22/15 | 26/15 | 36/15 | Количество металлов выносящихся с ССЦ | Колич. металлов выносящихся из донных осадков |
|---------|--------------|-------------|-----------------|-------------|-------|--------|--------------|--------------|--|---|
| B | 0.8 | 0.5 | 2 | 1125 | 3.1 | 105 | 1642 | 7600 | 517 | 5958 |
| Na | 9 | 200 | 2 | 161604 | 1674 | 35031 | 324921 | 5747569 4 | 163317 | 57314090 |
| Mg | 4 | 50 | 3 | 345837 | 2881 | 39079 | 633419 | 667554 | 287582 | 34135 |
| Al | 0.8 | 0.2 | 3 | 77565 | 385 | 3373 | 256880 | 178619 | 179315 | - 78261 |
| Si | 8 | 10 | 2 | 267863 | 3321 | 23894 | 613968 | 1642064 | 346105 | 1028096 |
| P | 12 | | | 2916 | < ПО | 136.8 | 12109 | 60559 | 9193 | 48450 |
| S | 35 | | | 128799 | 1361 | 66309 | 1807030 | 1993554 1 | 1678231 | 18128511 |
| K | 2 | | | 50971 | 882 | 6097 | 106112 | 1067666 | 55141 | 961554 |
| Ca | 8 | | | 146254 | 23773 | 173677 | 2602703 | 4336196 | 2456449 | 1733493 |
| Ti | 0.7 | 0.1 | 3 | 2846 | 15.5 | 12.5 | 7720 | 2706 | 4874 | - 5014 |
| V | 0.1 | 0.1 | 3 | 140 | 0.77 | 4.2 | 515 | 8869 | 375 | 8354 |
| Cr | 0.6 | 0.05 | 2 | 122 | < 0.8 | < 6.8 | 462 | 1735 | 340 | 1273 |
| Mn | 0.04 | 0.1 | 3 | 2998 | 7.9 | 176 | 10218 | 3265 | 7220 | - 6953 |
| Fe | 7 | 0.3 | 3 | 126671 | 594 | 6753 | 478414 | 114007 | 351743 | - 364407 |
| Co | 0.06 | 0.1 | 2 | 51 | 0.21 | 3.9 | 181.6 | < ПО | | |
| Ni | 0.2 | 0.02 | 2 | 111 | 0.34 | 8.1 | 462 | 649 | 351 | 187 |
| Cu | 0.2 | 1 | 3 | 105 | 0.86 | 11.2 | 416 | 14298 | 311 | 13882 |
| Zn | 0.5 | 1 | 3 | 239 | 1.5 | 140 | 2482 | 45419 | 2243 | 42937 |
| As | 0.07 | 0.01 | 1 | 76 | 4.5 | 6.9 | 3989 | 8194341 | 3913 | 8190352 |
| Sr | 0.05 | 7 | 2 | 8689 | 29.8 | 509 | 20813 | 79751 | 12124 | 58938 |
| Ba | 0.01 | 0.7 | 2 | 536 | 5.2 | 66.8 | 1302 | 3417 | 766 | 2115 |
| Pb | 0.01 | 0.01 | 2 | 70 | 0.29 | 26.2 | 1022 | 3899 | 952 | 2877 |
| Li | 5 | 0.03 | 2 | 326 | 0.725 | 26.7 | 594.9 | 1055 | 268.9 | 460.1 |
| Be | 5 | 0.000 2 | 1 | 3.4 | 0.033 | 0.21 | 10.1 | < ПО | 6.7 | |

Таблица 3 (продолжение)

| Элемент | ПО, нг/л | ПДК, мг/л | Класс опасн. | 20/15 | 21/15 | 22/15 | 26/15 | 36/15 | Количество металлов выносящихся с Садоного рудного поля | Количество металлов выносящихся из донных осадков |
|---------|-------------|--------------|-----------------|-------|--------|-------|-------|--------|---|---|
| Nb | 3 | | | 3.6 | 0.038 | 0.019 | 5.7 | 7.4 | 2.1 | 1.7 |
| Mo | 9 | 0.07 | 3 | 14.4 | 2.27 | 2.9 | 28.2 | 18427 | 13.8 | 18398.8 |
| Ag | 3 | | | 0.26 | < ПО | 0.046 | 2.12 | < ПО | 1.86 | |
| Cd | 6 | 0.001 | 2 | 0.58 | < ПО | 0.537 | 8.6 | 25 | 8.02 | 16.4 |
| In | 4 | | | < ПО | < ПО | < ПО | < 1.4 | 38 | 1.4 | 36.6 |
| Sn | 6 | | | 1.9 | 0.018 | 0.131 | 8.56 | 5046 | 6.66 | 5037.44 |
| Sb | 3 | 0.005 | 2 | 9.7 | 0.122 | 1.06 | 197.9 | 540447 | 188.2 | 540249.1 |
| Te | 4 | | | < ПО | < ПО | < ПО | < 3.3 | 382 | | 378.7 |
| Cs | 0.3 | | | 15 | 0.064 | 1.01 | 36.9 | 50.8 | 21.9 | 13.9 |
| La | 3 | | | 35.3 | 0.22 | 1.2 | 112 | 87.2 | 76.79 | -24.8 |
| Ce | 4 | | | 77.6 | 0.467 | 3.36 | 247 | 119.9 | 169.4 | - 127.1 |
| Pr | 0.5 | | | 9.2 | 0.057 | 0.4 | 30.9 | 13.8 | 21.7 | - 17.1 |
| Nd | 1 | | | 39.6 | 0.239 | 1.9 | 131.2 | 57 | 91.6 | - 74.2 |
| Sm | 0.4 | | | 9.7 | 0.054 | 0.55 | 32.5 | 13.9 | 22.8 | - 18.6 |
| Eu | 0.3 | | | 1.7 | 0.0064 | 0.131 | 6.1 | 2.37 | 4.4 | - 3.73 |
| Gd | 0.4 | | | 10.3 | 0.061 | 0.62 | 34.4 | 13.8 | 24.1 | - 20.6 |
| Tb | 0.3 | | | 1.6 | 0.009 | 0.087 | 5.1 | 2.14 | 3.5 | - 2.96 |
| Dy | 0.2 | | | 9.2 | 0.051 | 0.44 | 28.8 | 11.4 | 19.6 | - 17.4 |
| Ho | 0.4 | | | 1.7 | 0.0089 | 0.07 | 5.0 | 1.7 | 3.3 | - 3.3 |
| Er | 0.3 | | | 4.9 | 0.024 | 0.159 | 13.7 | 5.2 | 8.8 | -8.5 |
| Tm | 0.2 | | | 0.64 | 0.0036 | 0.019 | 1.7 | 0.76 | 1.06 | - 0.94 |
| Yb | 0.3 | | | 3.4 | 0.0177 | 0.094 | 9.8 | 4.1 | 5.4 | - 5.7 |
| Lu | 0.3 | | | 0.58 | 0.003 | 0.012 | 1.4 | 0.58 | 0.82 | -0.82 |
| Hf | 0.4 | | | 0.081 | 0.0006 | 0.006 | 0.3 | 0.64 | 0.219 | 0.34 |
| Ta | 0.9 | | | 0.058 | < ПО | < ПО | 0.23 | < ПО | 0 172 | |
| W | 3 | 0.05 | 2 | 0.64 | 0.075 | 0.11 | 2.6 | 1938 | 1.96 | 1935.4 |
| Re | 0.5 | | | < ПО | 0.003 | < ПО | 0.76 | 42.6 | < ПО | 41.84 |

(Малки), так и далее вниз по его течению, вплоть до впадения в Каспийское море.

Не исключено, что при взаимодействии речных вод, обогащенных рядом металлов, с теплыми солеными морскими водами, имеющими разные величины pH, может возникнуть природный геохимический барьер, на котором более 90 лет могло происходить осаждение и накопление

ряда металлов и металлоидов. В связи с этим целесообразно проведение отбора представительных проб илов и воды в дельте Терека с целью поиска современного комплексного (W, Mo, Pb, Zn, Cd, Sb, Bi, As, Ag и др.) осадочного месторождения. Результаты анализа отобранных проб подтвердят или опровергнут наше предположение.

Работа выполнена по плану НИР ВНЦ РАН при финансовой поддержке НИОКТР КНИО ВНЦ РАН (рег. № АААА-А19-119040190054-8) и Проекта президиума РАН №15 «Новые материалы с повышенными прочностными и функциональными свойствами».

ЛИТЕРАТУРА

1. **Атлас природно-техногенных опасностей Кабардино-Балкарской республики.** Под ред. И.И. Мазура. – М.: Изд. центр «Елима», 2005. С. 126–127.
2. **Винокуров С.Ф., Гурбанов А.Г., Богатииков О.А., Карамурзов Б.С., Газеев В.М., Шевченко А.В., Сычкова В.А., Долов С.М., Дударов З.И.** Сокращение площадей нерестилищ р. Баксан и загрязнение поверхностных вод соседних регионов // ДАН, 2018, том 478, № 5. С. 574–579
3. **Винокуров С.Ф., Гурбанов А.Г., Богатииков О.А., Карамурзов Б.С., Газеев В.М., Лексин А.Б., Шевченко А.В., Долов С.М., Дударов З.И., Гурбанова О.А.** Сезонные колебания концентраций макро- и микроэлементов и формы их миграции в поверхностных водотоках в районе деятельности Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината (ТВМК) и прилегающих территорий (Кабардино-Балкарская республика, РФ) и меры по восстановлению экосистемы // Вестник Владикавказского научного центра РАН. 2016 г. Т. 16, № 2. С. 55–63.
4. **Винокуров С.Ф., Гурбанов А.Г., Богатииков О.А., Сычкова В.А., Шевченко А.В., Лексин А.Б., Дударов З.И.** Геохимические особенности утилизации захороненных отходов Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината методом кислотного выщелачивания // ДАН, 2016 г. Т. 470, № 4, С. 344–347.
5. **Вредные вещества в окружающей среде. Элементы I–IV групп периодической систем и их неорганические соединения.** Справ. – энц. изд. / Под ред. В.А. Филова и др. – СПб.: Химия, 1988. 512 с.
6. **Вредные вещества в окружающей среде. Элементы V–VIII групп периодической системы и их неорганические соединения.** Справ.-энц. изд. / Под ред. В.А. Филова и др. – СПб.: Химия, 1989. 592 с.
7. **Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской республике в 2000 г.** – Нальчик. 2001. 117 с.
8. **Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и деятельности Управления природных ресурсов МПР России по Кабардино-Балкарской республике в 2002 г.».** – Нальчик, 2002. С. 75–98.
9. **Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды республики Северная Осетия-Алания в 2002 г.».** – Владикавказ: Мин. ООС и ПР РСО-А, 2003 г. С. 71–98.
10. **Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской республике в 2003 г.** – Нальчик. 2003 г. 257 с.
11. **Гурбанов А.Г., Шаззо Ю.К., Лексин А.Б., Газеев В.М., Докучаев А.Я., Цуканова Л.Е., Якушев Я.И., Семенова И.В.** Промышленные отходы Мизурской горно-обогатительной фабрики Садонского свинцово-цинкового комбината: геохимические особенности, оценка их воздействия на экологическую обстановку прилегающих территорий (почвы и воду р. Ардон). Республика Северная Осетия-Алания // Вестник Владикавказского научного центра РАН, 2012. Т. 12. № 4. С. 29–40.
12. **Гурбанов А.Г., Кусраев А.Г., Лолаев А.Б., Лексин А.Б., Дзевоев С.О., Газеев В.М., Докучаев А.Я., Цуканова Л.Е., Гурбанова О.А., Оганесян А.Х., Илаев В.Э., Баранова М.Н.** Основные источники загрязнения вод р. Ардон, его степень и масштабы проявления, оцененные по результатам геохимического изучения проб воды из контрольных пунктов (РСО-А) // Вестник ВНЦ РАН. 2018. Т. 18. № 3. С. 40–50.
13. **Гурбанов А.Г., Винокуров С.Ф., Богатииков О.А., Лексин А.Б., Газеев В.М., Цуканова Л.Е., Шевченко А.В., Дударов З.И., Гурбанова О.А.** Новые данные о геохимических особенностях вод главной водной артерии района деятельности Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината (Кабардино-балкарская республика) в зависимости от удаленности от основных источников загрязнения экологически опасными и экономически ценными элементами // Вестник ВНЦ РАН, 2017. Т. 17. № 1. С. 46–57
14. **Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 N 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», 2010.**

ECOLOGICAL STATUS OF THE ARDON RIVER WATERS AND ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THEIR POLLUTING EFFECTS ON THE TEREK RIVER WATERS – THE I CATEGORY OBJECT OF THE FISHERIES VALUE

A.G. Gurbanov^{1,2}, A.B. Leksin¹, V.M. Gazeev^{1,2}, O.A. Gurbanova⁴,
A.B. Lolayev^{2,3}, A.Kh. Oganesyanyan^{2,3}, S.O. Dzeboev³

¹ Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (IGEM RAS)

² Federal State Budgetary Institution of Science "Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" (VSC RAS)

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "The North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (NCIMM (STU))

⁴ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University named after M.V. Lomonosov" (MSU)

Abstract. The new data published firstly of the calculated quantity (in kg/month) metals and metalloids issued on submountain plain by contaminated with wastes of the SLZC Ardon river waters. Based on a comparative analysis of the quantities of metals, take away by waters of the Ardon river, identified another major source of the technogenic pollution of its waters in the plains of alluvial sediment deposition submitted.

Environmental condition of the water in the Ardon river, and therefore in the higher-order river-Terek as a fisheries values reservoir deteriorated and 90 hectares of spawning and bottom areas for valuable breeds of fishes derived from its turnover (2001-2003). However, according to the data in 2015 year the conditions of the Ardon river waters deteriorating and will deteriorate continuously, which eventually may lead to an environmental disaster of the federal level.

Analysis of all recent and previously published data showed that it is expedient to conduct research at the federal level testing (water and bottom sediments) in selected checkpoints:

- in the mouths of the Terek river flows - Ardon, Fiagdon and Baksan rivers, which drain the numerous deposits of Sadon and Tyrnyauz ore fields with Unal, Fiagdon and Tyrnyauz tailings;
- in the Terek river after the confluence of the lower order rivers - Ardón, Fiagdon and Baksan (Malka) and further down on its flow, until its confluence into the Caspian Sea.

The selection of representative samples of silts and water in Terek river delta it is also useful, as when mixing of relatively cold fresh river water enriched with a number of metals with warm salty sea water with different pH and eH, may occur natural geochemical barrier, where more than 90 years the accumulation of deposition of number of metals and metalloids occurs.

This process can lead to the formation of an integrated of sedimentary deposits. The results of the analysis of samples taken will confirm or deny our assumption.

REFERENCES

1. Atlas prirodno-tekhnogennykh opasnostey Kabardino-Balkarskoy respubliki. Pod red. I.I. Mazura. – M.: Izd. tsentr «Elima», 2005. S. 126–127.
2. Vinokurov S.F., Gurbanov A.G., Bogatikov O.A., Karamurзов B.S., Gazeev V.M., Shevchenko A.V., Sychkova V.A., Dolov S.M., Dudarov Z.I. Sokrashchenie ploshchadey nerestilishch r. Baksan i zagryaznenie poverkhnostnykh vod sosednikh regionov // DAN, 2018, tom 478, № 5. S. 574–579
3. Vinokurov S.F., Gurbanov A.G., Bogatikov O.A., Karamurзов B.S., Gazeev V.M., Leksin A.B., Shevchenko A.V., Dolov S.M., Dudarov Z.I., Gurbanova O.A. Sezonnyye kolebaniya kontsentratsiy makro- i mikroelementov i formy ikh migratsii v poverkhnostnykh vodotokakh v rayone deyatelnosti Tyrnyauzskogo vol'framovo-molibdenovogo kombinata (TVMK) i prilgayushchikh territoriyakh (Kabardino-Balkarskaya respublika, RF) i mery po vosstanovleniyu ekosistemy // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra RAN. 2016g. T. 16, № 2. S. 55–63.
4. Vinokurov S.F., Gurbanov A.G., Bogatikov O.A., Sychkova V.A., Shevchenko A.V., Leksin A.B., Dudarov Z.I. Geokhimicheskie osobennosti utilizatsii zakhoronennykh otkhodov Tyrnyauzskogo vol'fram-molibdenovogo kombinata metodom kislotnogo vyshchelachiva niya // DAN, 2016 g. T. 470, № 4, S. 344–347.
5. Vrednye veshchestva v okruzhayushchey srede. Elementy I–IV grupp periodicheskoy sistem i ikh neorganicheskie soedineniya. Sprav. – ents. izd. / Pod red. V.A. Filova i dr. – SPb.: Khimiya, 1988. 512 s.
6. Vrednye veshchestva v okruzhayushchey srede. Elementy V–VIII grupp periodicheskoy sistem i ikh neorganicheskie soedineniya. Sprav. – ents. izd. / Pod red. V.A. Filova i dr. – SPb.: Khimiya, 1989. 592 s.
7. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy v Kabardino-Balkarskoy respublike v 2000 g. – Nal'chik. 2001. 117 s.
8. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy i deyatelnosti Upravleniya prirodnykh resursov MPR Rossii po Kabardino-Balkarskoy respublike v 2002 g.» – Nal'chik, 2002. S. 75–98.
9. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya v 2002 g.» – Vladikavkaz: Min. OOS i PR RSO-A, 2003 g. S. 71–98.
10. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy v Kabardino-Balkarskoy respublike v 2003 g. – Nal'chik. 2003 g. 257 s.
11. Gurbanov A.G., Shazzo Yu.K., Leksin A.B., Gazeev V.M., Dokuchaev A.Ya., Tsukanova L.E., Yakushev Ya.I., Cemenova I.V. Promyshlennyye otkhody Mizurskoy gorno-obogatitel'noy fabriki Sadonskogo svintsovo-tsinkovogo kombinata: geokhimicheskie osobennosti, otsenka ikh vozdeystviya na ekologicheskuyu obstanovku prilgayushchikh territoriy (pochvy i vodu r. Ardon). Respublika Severnaya Osetiya-Alaniya // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra RAN, 2012. T. 12. № 4. S. 29–40.
12. Gurbanov A.G., Kusraev A.G., Lolaev A.B., Leksin A.B., S.O. Dzeboev S.O., Gazeev, V.M., Dokuchaev A.Ya., Tsukanova L.E., Gurbanova O.A., Oganeyan A.Kh., Ilaev V.E., Baranova M.N. Osnovnye istochniki zagryazneniya vod r. Ardon, ego stepen' i masshtaby proyavleniya, otsenennyye po rezul'tatam geokhimicheskogo izucheniya prob vody iz kontrol'nykh punktov (RSO-A) // Vestnik VNTs RAN. 2018. T. 18. № 3. S. 40–50.
13. Gurbanov A.G., Vinokurov S.F., Bogatikov O.A., Leksin A.B., Gazeev V.M., Tsukanova L.E., Shevchenko A.V., Dudarov Z.I., Gurbanova O.A. Novyye dannyye o geokhimicheskikh osobennostyakh vod glavnoy vodnoy arterii rayona deyatelnosti Tyrnyauzskogo vol'framovo-molibdenovogo kombinata (Kabardino-balkarskaya respublika) v zavisimosti ot udalennosti ot osnovnykh istochnikov zagryazneniya ekologicheski opasnymi i ekonomicheskimi tsennymi elementami // Vestnik VNTs RAN, 2017. T. 17. № 1. S. 46–57
14. Prikaz Rosrybolovstva ot 18.01.2010 N 20 «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob'ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya», 2010.