

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ВОД РЕКИ БАКСАН РАЙОНА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЫРНЫАУЗСКОГО ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

А.Г. Гурбанов<sup>1</sup>, С.Ф. Винокуров<sup>2</sup>, О.А. Богатиков<sup>3</sup>, А.Б. Лексин<sup>4</sup>,  
В.М. Газеев<sup>5</sup>, Л.Е. Цуканова<sup>6</sup>, А.В. Шевченко<sup>7</sup>, З.И. Дударов<sup>8</sup>, О.А. Гурбанова<sup>9</sup>

**Аннотация.** Впервые в 5 контрольных пунктах в долине р. Баксан (от пос. Исламей на равнине и на 70 км вверх по долине р. Баксан до фоновой контрольной пробы № Р00/16, расположенной в 600 м выше по долине от устья р. Большой Мукулан) установлено превышение (в 2,5 раза) норм ПДК для Al, Fe, V, Zn, Mn, Mo для вод водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение. Еще 3 контрольных пункта, в которых отбирались пробы, расположены в устьях рек Большой Мукулан, Камыксу и в малом «защитном» озере хранилища № 1. Места отбора проб были выбраны таким образом, чтобы отображалось геохимическое состояние вод р. Баксан (степень их загрязнения) в зависимости от воздействия на нее (в воду р. Баксан) водотоков, дренирующих горные выработки и хвостохранилища ТВМК. На основе анализа полученных результатов выявлена отчетливая тенденция, заключающаяся в том, что происходит постоянно увеличивающееся поступление (по сравнению с фоновой пробой воды № Р00/16) в воду р. Баксан из водотоков, дренирующих рудные карьеры, вспомогательные горные выработки и хвостохранилища ТВМК (с деривационным тоннелем) следующих металлов и металлоидов: Li, Be, B, Si, S, V, Mn, Fe, Co, Zn, As, Y, Mo, Cd, Sb, W, Ti, а для Al, Ba, Bi эта тенденция выражена значительно хуже.

Масштабы техногенного загрязнения (за один летний месяц) промышленными отходами ТВМК вод р. Баксан были приблизительно оценены по количеству (в кг) выносящихся ею металлов и металлоидов (оно рассчитано по концентracиям элементов в мкг/л) на отрезке между контрольными пунктами Р00/16 и Р6/16 и по дебиту (в м<sup>3</sup>/сутки) р. Баксан в этих контрольных пунктах. Расчеты показали, что суммарный вынос металлов и металлоидов водами р. Баксан от контрольного пункта Р00/16 и до пункта Р6/16 (при выходе реки на предгорную равнину) составил 3 256 063 кг (4 830 010 кг – 1 544 725 кг).

Из государственных докладов по Кабардино-Балкарской Республике следует, что уже в 2001 г. в воде р. Терек (в контрольном пункте) было установлено превышение ПДК для: Мо в 4–8; W – в 4 и Си – в 2 раза. 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, текущих через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород; из разведочных и вспомогательных штолен; из 3 ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы суперхранилища № 1 и вытекающего из деривационного тоннеля. В итоге в р. Баксан, а соответственно, и в р. Терек, из-за постоянного загрязнения их вод, будут уменьшаться площади для нагула и нереста ценных пород рыб, это нанесет весьма значительный урон рыбным хозяйствам Южного федерального округа, что будет соответствовать, по последствиям, экологической катастрофе федерального значения.

Доказана необходимость улучшения экологического состояния вод р. Баксан и восстановления ее рыбохозяйственного значения, а соответственно и уменьшения негативного воздействия на здоровье населения, путем снижения уровня концентраций экологически опасных элементов в главных водотоках-загрязнителях р. Баксан. Для решения этой проблемы предложен конкретный перечень мероприятий, включающий и использование очистных фильтров в виде ионообменных колонок различных типов для 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 (Mo, W, Si, Zn и др.), что существенно повысит экономическую привлекательность данного предложения.

**Ключевые слова:** Тырныаузский вольфрамо-молибденовый комбинат, источники загрязнения вод, методы очистки вод поверхностных водотоков и металлоидов.

<sup>1</sup> Гурбанов Анатолий Георгиевич – к. г.-м. н., вед. н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва, вед. н. с. ВНИЦ РАН г. Владикавказ, Россия

<sup>2</sup> Винокуров Станислав Федорович – д. г.-м. н., вед. н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва.

<sup>3</sup> Богатиков Олег Алексеевич – д. г.-м. н., академик, главн. н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва.

<sup>4</sup> Газеев Виктор Магаломович – к. г.-м. н., с.н.с. ВНИЦ РАН г. Владикавказ, Россия, н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва.

<sup>5</sup> Лексин Алексей Борисович – вед. программист ИГЕМ РАН, г. Москва.

<sup>6</sup> Цуканова Лада Евгеньевна – н. с. НИИ «Физики» Южного федерального университета, Ростов на Дону.

<sup>7</sup> Шевченко Александр Васильевич – к. п. н., профессор, зав. кафедрой ЧС КБГУ, г. Нальчик.

<sup>8</sup> Дударов Залим Исламович – ведущ. инженер кафедры ЧС КБГУ, г. Нальчик.

<sup>9</sup> Гурбанова Ольга Александровна – к. х. н., ассистент кафедры минералогии и кристаллохимии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва.

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ полученных нами ранее [2] данных о сезонных колебаниях концентраций макро- и микроэлементов и форм их миграции в поверхностных водотоках в районе деятельности Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината (ТВМК) позволил выявить их следующие важные особенности:

1. Содержание макро- и микроэлементов в водах р. Баксан – главной водной артерии, дренирующей район бывшей деятельности ТВМК, и питающих ее поверхностных водотоков заметно различается в летний и весенний периоды года, как уменьшением, так и увеличением концентраций различных элементов. Причем в отдельных случаях эти различия достигают более одного порядка.

2. Для вод р. Баксан, при ее выходе на предгорную равнину (пос. Исламей), установлено существенное превышение величин ПДК следующих элементов – Al, Fe, Mn, Be, Si, Ti, Tl и Hg в летний период и снижение концентрации Si, Ti, Hg и Tl до уровня ниже ПДК в весенний период года.

3. Ручей Большой Мукулан является наиболее крупным среди протекающих через Высотный и Мукуланский рудные карьеры ТВМК и отличается от них самыми высокими содержаниями следующих макро- и микроэлементов (Al, Si, Fe, Mn, Ti, V, Ni, As, Li, Be, Mo, Cd, Tl) в летний период, которые на 1–2 порядка превышают соответствующие величины ПДК. В весенний период года концентрация этих же элементов в воде снижается до 10 раз при сохранении превышения ПДК для половины из них. Значительно менее загрязнены этими элементами воды р. Камыксу, протекающей через территорию рудника «Молибден» с многочисленными разведочными и вспомогательными штольнями, и ручья Малый Мукулан, протекающего через 2 карьера ТВМК. В их воде весной 2015 г. установлены содержания Al, Fe, Mn, As, Li, Be, Mo, заметно превышающие ПДК.

4. Высокие концентрации аналогичного комплекса элементов с дополнением В, Hg, Sb и W характерны для вод малого (не проточного) «защитного» (от золотой эрозии пляжной части хвостохранилища № 1) озера и трех ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы хвостохранилища № 1. В водах из большого (частично проточного) «защитного» озера хранилища № 1, на глубине 1,2 м, только концентрации As и W превышают ПДК, а в водах из деривационного тоннеля, постоянно сбрасываемых из верхнего горизонта (0,2–0,3 м) большого озера в р. Баксан, содержания только Al, Fe и Mn выше ПДК.

5. Из водотоков, имеющих локальный руд-

ный источник, наиболее высокие концентрации комплекса элементов определены в водах ручья Большой Мукулан. Учитывая его дебит (45 200 м<sup>3</sup>/сутки), по нашему мнению, этот водоток является основным поставщиком в реку Баксан комплекса элементов с концентрациями, существенно более ПДК, т. е. он является основным источником загрязнения главной водной артерии района – р. Баксан.

6. В поверхностных водотоках, не имеющих локальных рудных источников в водах р. Гижит, установлено превышение ПДК только для Al, Fe, Mn, Sr, а в водах из левого притока реки Баксан, вытекающего из верхнеюрских известняков (южнее поселка Жанхотеко), кроме вышеуказанных элементов установлено аномальное содержание Mg и Sr. Последнее объясняется тем, что в этом районе в верхнеюрских-меловых известняках находятся мелкие рудопроявления целестина – минерала, содержащего стронций.

В водопроводах поселков Былым и Верхний Баксан выявлены концентрации Li и бора (элементов 2-го класса опасности), превышающие величины ПДК.

7. Был выявлен обширный набор макро- и микроэлементов, которые имеют высокие и аномальные содержания в поверхностных водотоках, превышающие в десятки и до сотен раз значения ПДК для питьевой воды. В связи с этим было необходимо выявить формы водной миграции основных микроэлементов (Mo, W, As, Li, Rb, Cs, Sb, Re, Bi, Y) с целью определения способов их выделения из вод для улучшения экологической обстановки в районе деятельности ТВМК, а также для определения возможного их сопутного промышленного извлечения. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что основные микроэлементы мигрируют в виде истинных растворов в поверхностные водотоки в районе деятельности ТВМК. Исключение составляют только Bi и Y, которые мигрируют (порядка 70 отн. %) во взвешенной минеральной форме.

Несмотря на то, что ТВМК не работает уже 15 лет (с 10.2001 г.), изменений качества сточных вод ТВМК (воды из ручьев Большой и Малый Мукулан, воды 3 ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы хвостохранилища № 1 и др.) пока не наблюдается, и класс качества воды остался шестым (очень грязная вода) [7, 8]. Поэтому экологическое состояние воды в р. Баксан, соответственно и в реке более высокого порядка – Тереке, как водоеме рыбохозяйственного значения первой категории, ухудшилось, и из ее оборота пока было выведено 90 га нерестовых и нагульных площадей ценных пород рыб [7-16]. Эти факты и определили проведение исследований с целью оценки количества металлов и металлоидов, выносящихся водами р. Баксан в р.

Терек. Это важно для объективной оценки экологического состояния гидросферы бассейнов рр. Баксан, Терек, а соответственно, угрозы для развития и существования рыбных хозяйств не только в бассейне р. Баксан, но и в бассейне Терека – 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 БАСЕЙНОВ РР. БАКСАН И ТЕРЕК

Из-за ухудшения геохимического состава вод р. Баксан явно возникает 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, 7]. В 2001 г. в воде р. Терек в контрольном пункте было установлено превышение ПДК по Мо в 4–8; W – в 4 и Си – в 2 раза [1, 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, W, Mo и др.) будут постоянно поступать из водотоков, текущих через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород (их накопилось 252 771 тыс. т), 3-х ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы суперхранилища № 1, и вытекающих из деривационного тоннеля. В итоге в реках Баксан 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. В связи с этим рассмотрим ПДК для воды в рыбном хозяйстве и существующие законодательство и нормативные акты в этой отрасли.

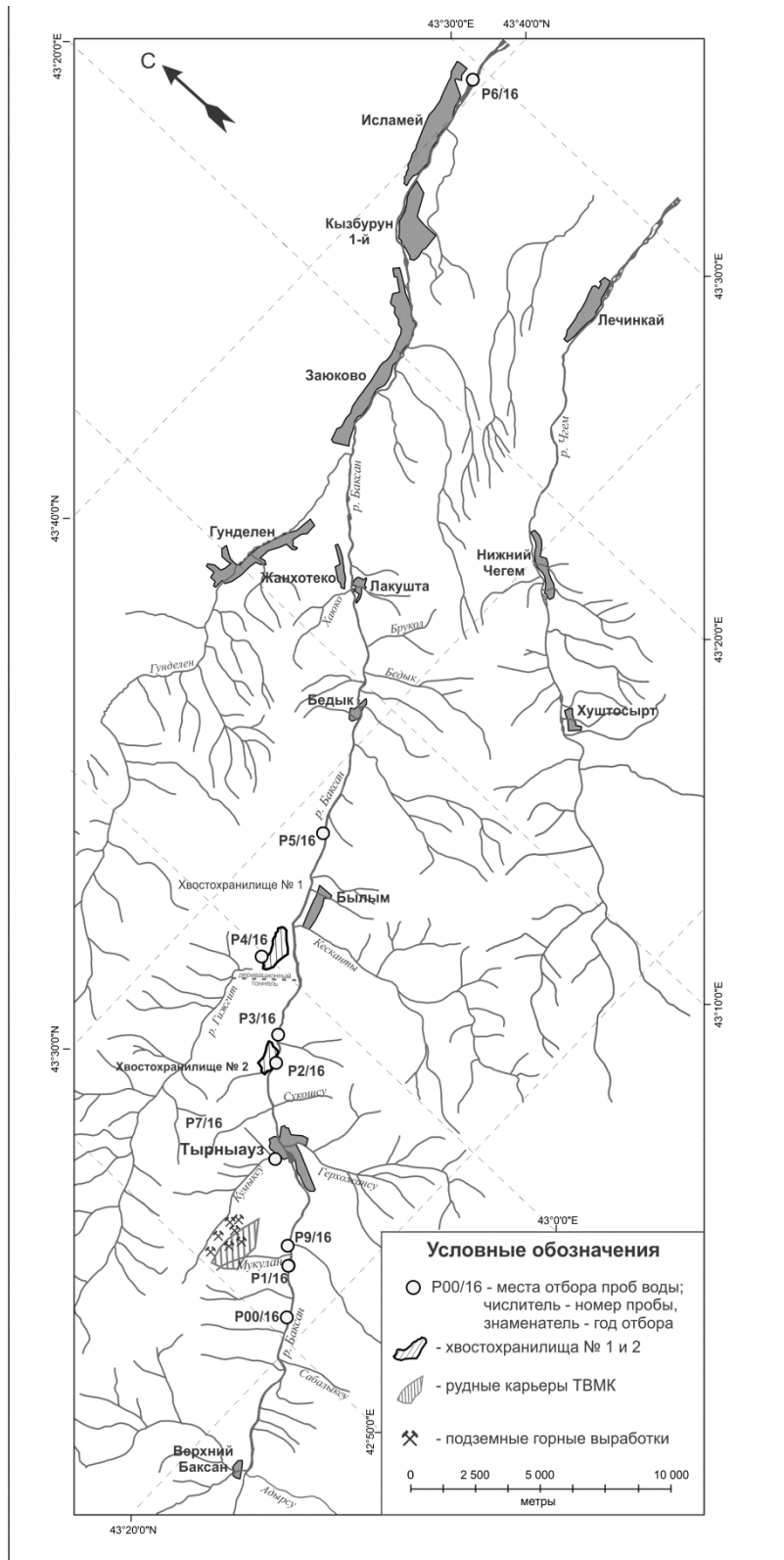


Рис. 1. Схема отбора проб в контрольных пунктах в 2016 г.

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 контроль (мониторинг) в области природопользования и экологической безопасности территорий, прилегающих к этим хвостохранилищам, включая подготовку обоснования полной утилизации захороненных в них промышленных отходов.

Известно, что загрязненная среда обитания оказывает 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 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, постепенно накапливаются в природных объектах и со временем могут достичь опасных концентраций, даже при незначительных уровнях их поступления.

В Кабардино-Балкарской Республике основным крупным объектом техногенного загрязнения окружающей среды является Тырныаузский вольфрамо-молибденовый комбинат (ТВМК), который включает отвалы пород в карьерах, штольнях и шахтах, хвостохранилища флотационных отходов и водотоки, текущие через карьеры и дренирующие хвостохранилище № 1 с защитными озерами. Эти объекты представляют собой локальные источники загрязнения окружающей среды, которые обуславливают различные типы экологических рисков: опасность разрушения хвостохранилищ, последствия загрязнения поверхностных водотоков и почв сельскохозяйственных угодий.

#### МЕТОДИКА ОТБОРА ПРОБ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения указанных выше задач была разработана схема опробования в контрольных пунктах (рис. 1). Места отбора проб были выбраны таким образом, чтобы отображалось геохимическое состояние вод р. Баксан (степень их загрязнения) в зависимости от воздействия на

нее (воду р. Баксан) водотоков, дренирующих горные выработки и хвостохранилища ТВМК (пробы №№: P00/16 – в 600 м выше по течению р. Баксан от места впадения в нее р. Большой Мукулан (т. е. от инфраструктуры ТВМК); P2/16 – р. Баксан (в черте г. Тырныауз) после впадения в нее рр. Большой и Малый Мукулан, Камыксу, дренирующих карьеры и подземные горные выработки ТВМК; P3/16 – р. Баксан в 400 м ниже по течению от хвостохранилища № 2; P5/16 – р. Баксан в 2 км ниже по течению от хвостохранилища № 1; P6/16 – р. Баксан у пос. Исламей (при выходе реки на равнину). Кроме того, целенаправленно взяты пробы: P1/16 – из р. Бол. Мукулан; P7/16 – из р. Камыксу и P4/16 (из малого непроточного «защитного» озера на поверхности хвостохранилища № 1).

Пробы воды отбирались в чистые 330-миллитровые пластиковые бутылки (не использовавшиеся повторно, для исключения возможного загрязнения этих проб). Пробы обязательно подкислялись 1 мл 10 % азотной кислоты и герметически закрывались.

Расширенный элементный анализ этих проб воды проводился атомно-эмиссионным (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).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, приведем предельно допустимые концентрации (ПДК) для ряда элементов и классы опасности для водных объектов рыбохозяйственного значения (табл. 1).

##### Расшифровка 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: БПК<sub>5</sub> (биохимическое потребление кислорода за 5 суток); численность сапрофитной микрофлоры.



Таблица 1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) и класс опасности

Элемент	ПДК. мг/л	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
Na	200	санитарно-токсикологический	2
K			
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
S			
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
Rb			
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
Re			
Tl	0.0001	санитарно-токсикологический	1
Cd	0.001	санитарно-токсикологический	2
Sn			
Sb	0.005	санитарно-токсикологический	2
Cs			
Bi	0.1	санитарно-токсикологический	2
Th			
U	0.015	санитарно-токсикологический	1

Приказ 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» [11].

Таблица 2

Содержание основных элементов (в мкг/л) в пробах воды по данным ICPMS и ICAP-6500

Элемент	ПДК. мкг/л Рыб. хоз.	ПДК. мкг/л пит. воды	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности	ПО. мкг/л	P00/16	P2/16	P3/16	P5/16	P6/16	P4/16	P1/16	P9/16	P7/16
Li	80	30	токсикологический	4	0.02	6.1	7.1	6.6	7.4	8.4	37.2	8.5	56.3	49.3
Be	0.3	0.2	токсикологический	2	0.03	0.12	0.076	0.092	0.13	0.11	0.31	0.027	0.47	< ПО
B	500	500	санитарный	4	4	54.8	63.0	64.5	85.1	76.5	339	13.1	47.4	398
Al	40	0.2	токсикологический	4	5	1019	911	968	1284	1291	2260	313	4390	152
Si	10000	10	токсикологический	4	8	3270	3213	3238	3767	3900	28132	6863	18050	3832
S				4	28	4228	4484	4455	5369	13524	155663	63764	130400	21545
V	1	100	токсикологический	3	0.4	2.4	2.6	2.5	3.8	2.9	6.9	< ПО	12.5	< ПО
Mn	10	0.1	санитарно-токсикологический	4	0.5	44.5	42.5	45.5	80.1	104	203	23.3	439	25.3
Fe	100	0.3	токсикологический	4	7	1545	1376	1417	2252	2416	2363	210	7055	283
Co	10		токсикологический	3	0.4	0.74	0.65	0.73	1.4	1.3	0.91	< ПО	7.5	< ПО
Zn	10		токсикологический	3	2	63.9	133	52.1	67.5	50.9	80.3	75.5	151	34.3
As	50	10	токсикологический	3	0.3	1.8	1.9	2.4	3.9	3.2	792	73.9	283	49.3
Y					0.01	0.87	0.74	0.81	1.4	1.7	0.55	0.16	3.32	< ПО
Mo	1	250	токсикологический	2	0.05	0.49	6.8	5.1	5.5	4.3	3783	2208	1448	272
Cd	5	1	токсикологический	2	0.02	0.037	0.049	0.042	0.040	0.049	0.270	< ПО	0.68	< ПО
Sb		5			0.02	0.088	0.16	0.14	0.23	0.20	6.6	2.0	1.59	4.42
Ba	740		токсикологический	4	0.3	20.4	31.8	20.3	37.0	41.2	11.7	7.4	39.1	16.6
W	0.8	50	токсикологический	3	0.01	0.046	0.29	0.27	0.86	0.44	1574	1.9	2.6	0.61
Tl		0.1			0.002	0.027	0.032	0.031	0.045	0.045	0.072	0.027	0.29	0.071
Bi					0.005	0.049	0.078	0.051	0.061	0.048		0.175	1.65	0.01

**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) [8, 9].

Результаты аналитических исследований проб воды, отобранных в 2016 г., с данными по ПДК для питьевой воды и для вод водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, приведены в таблице 2.

Из анализа данных, приведенных в табл. 2, видно, что 6 элементов – Al, Fe, V, Zn, Mn, Mo – имеют превышение ПДК для вод водоемов рыбохозяйственного значения, причем первые 5 элементов имеют превышение в 2,5 и более раз во всех водотоках, впадающих в р. Баксан. Лишь один элемент – Mo, имеющий токсикологический

показатель вредности и класс опасности 2, появляется только после впадения в р. Баксан рр. Большой и Малый Мукулан.

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 [4].

**Fe – токсическое действие.** Токсичность соединений 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 кислород, 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 маль-

Таблица 3

Количество (в кг) металлов и маталлоидов, выносящихся р. Баксан по  
замерам в контрольных пунктах за один летний месяц 2016 г.

Элемент	P00/16	P2/16	P3/16	P5/16	P6/16	P1/16	P7/16	P4/16
Li	920	1094	1097	1375	1953	11,4	198	26,8
Be	18	12	15,3	24,2	25	0,36	0,0001	0,2
B	8250	9650	10728	15813	17250	17,5	1599	286,6
Al	153440	139562	161006	238581	291154	419	610,7	1627
Si	492023	492400	538572	699950	879175	918,7	15395	20255
S	636690	686640	740994	997619	3049560	85393	86559	11208
V	365	398	415,8	706	654	0,5	0,001	4,96
Mn	670	640	7567	14883	23450	31,2	101,6	146
Fe	232650	210760	235687	148446	543540	281,2	1137	1701
Co	114	99	121,4	260	296	0,5	0,001	0,66
Zn	9600	20462	8665	12542	11486	101	137,8	57,8
As	273	297	399	724,7	724	98,9	198	570
Y	135	114	134,7	260	384	0,2	0,04	0,39
Mo	496	1043	848	1022	976	295,7	1093	2724
Cd	6	7	6,9	7,4	11	0,026	0,08	0,19
Sb	13	24	23,3	42,7	45	2,7	17,8	4,75
Ba	3074	4875	3376	6875	9292	9,9	66,7	8,4
W	7	44	44,9	159,7	99	2,5	2,5	1133
Tl	4	5	5,2	8,4	14	0,036	0,29	0,05
Pb	7	12	8,5	11,3	13	0,23	0,04	0,007
Дебит м3/мес	4857698	4907520	5365440	5659200	7274880	43200	129600	720000
Общий вес металлов в кг/мес	1544785	1574038	1709715	2409310	4830101	90245	107116	39754

Примечание: P00/16 – р. Баксан перед Большим Мукуланом; P1/16 – р. Большой Мукулан; P2/16 – р. Баксан в городе Тырныауз; P3/16 – р. Баксан после хвостохранилища № 2; P4/16 – малое защитное озеро хвостохранилища № 1; P5/16 – р. Баксан после хвостохранилища № 1; P6/16 – р. Баксан на равнине; P7/16 – р. Камыксу.

ков, вызывая их массовую гибель. Очень чувствительны к гидроксиду железа (III) моллюски, прудовики, улитки, водоросли [2, 9].

**Mn – токсическое действие.** Токсическое действие Mn связано с поражением ЦНС, где он вызывает органические изменения экстрапиримидного характера, в тяжелых случаях – паркинсонизм. В основе этого эффекта лежит поражение дофаминэнергетической системы мозга. Угнетение биосинтеза катехоламинов связано с влиянием Mn на окислительные ферменты, локализованные на митохондриях, где накапливается Mn [5].

Хотя ТВМК не работает уже 16 лет (с 10.2001 г.), изменений качества сточных вод ТВМК пока не происходит, и класс качества воды остался 6-м (очень грязная вода) [7, 9]. Поэтому ее эко-

логическое состояние как рыбохозяйственного водоема первой категории ухудшилось, и из ее оборота было выведено 90 га нерестовых и нагульных площадей для ценных пород рыб [9, 8]. Выше уже отмечалось, что из-за ухудшения экологического состава вод р. Баксан появляется 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 [7, 8]. В 2001 г. в контрольном пункте в воде р. Терек было установлено превышение ПДК: Mo – в 4–8; W – в 4 и Cu – в 2 раза [1, 9, 10]. Следовательно, уже начала проявляться региональная экологическая катастрофа, выражающаяся в загрязнении экологически опасными элементами (ЭОЭ) части среды (гидросферы)

обитания человека. Причем ЭОЭ (Ti, As, Sb, Cd, V, Li, Pb, Zn, W, Mo и др.) будут постоянно поступать из водотоков, текущих через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород, 3 ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы суперхранилища № 1 и из деривационного тоннеля.

Для улучшения экологического состояния вод р. Баксан и восстановления ее рыбохозяйственного значения, а соответственно и снижения негативного воздействия на здоровье населения, необходимо снизить уровень концентраций экологически опасных элементов в главных водотоках-загрязнителях р. Баксан [6].

Для расчета количеств металлов и металлоидов, выносящихся (в кг/мес.) водами р. Баксан через контрольные пункты (табл. 3), были использованы данные о концентрации в них элементов (табл. 2) и о дебите р. Баксан и ее главных притоков-загрязнителей (данные Росгидромета по Кабардино-Балкарской Республике) в контрольных пунктах.

В результате анализа данных, приведенных в таблицах 2 и 3, выявлены следующие конкретные закономерности в распределении концентраций и количеств ряда элементов в водах в контрольных пунктах на 70-километровом отрезке вверх по долине р. Баксан от пос. Исламей (на предгорной равнине):

1. Во всех проанализированных пробах установлено превышение ПДК для Al, Fe, V, Zn, Mn, Mo для вод водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, причем для первых 5 элементов оно достигает величины 2,5 раза, а для Mo (имеет токсикологический показатель вредности и 2-й класс опасности) – только после впадения в р. Баксан рек Большой и Малый Мукулан и Камыксу, т. е. в черте г. Тырныауз.

2. Из анализа данных о количествах металлов и металлоидов (табл. 3), выносящихся водами р. Баксан в контрольных пунктах (здесь и далее в пробах: P00/16, P2/16, P3/16, P5/16, P6/16 в кг/мес.) за один летний месяц (табл. 3), видно, что количество:

**Li** – (920-1094-1097-1375-1953) – закономерно увеличивается, особенно ниже по течению р. Баксан от хвостохранилищ № 2 и 1.

**Be** – (18-12-15,3-24,8-25) – в районе г. Тырныауз в воде р. Баксан, после впадения в нее рр. Камыксу, Большой и Малый Мукулан сначала произошло резкое снижение (в 1,5 раза) количества выносящегося за месяц Be, а затем резкое его повышение (в 1,6 раза) после хранилища № 1 и при выходе реки на предгорную равнину.

**B** – (8250-9650-10728-15813-17250) медленно (в 1,2 раза) увеличивается после впадения в р. Баксан рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу и продолжает увеличиваться ниже по течению р. Баксан от хвостохранилищ № 2 и 1 (в 1,5 раза).

**Al** – (153440-139562-161006-238581-291154) – в районе г. Тырныауз в воде р. Баксан, после впадения в нее рр. Камыксу, Большой и Малый Мукулан произошло незначительное (в 1,1 раза) снижение количества выносящегося за месяц Al, а затем его повышение (в 1,5 раза) после хранилища № 1 и особенно при выходе реки на предгорную равнину.

**Si** – (492023-492400-538572-699950-879175) – сначала незначительно увеличивается количество выносящегося Si, но наиболее явно оно наблюдается ниже по течению р. Баксан от хвостохранилищ № 2 и 1 и достигает максимальной величины при выходе р. Баксан на предгорную равнину.

**S** – (636690-686640-740994-997619-3049560) увеличивается после впадения в р. Баксан рр. Большой Мукулан и Камыксу и закономерно увеличивается ниже по течению р. Баксан после хвостохранилищ № 2 и 1 и резко (в 4,8 раза) увеличивается при выходе р. Баксан на предгорную равнину.

**V** – (365-398-415-706-654) – сначала незначительно увеличивается, а значительно (в 1,7 раза) увеличивается ниже по течению р. Баксан от хвостохранилища № 1.

**Mn** – (6700-6540-7567-14883-23450) – в районе г. Тырныауз в воде р. Баксан, после впадения в нее рр. Камыксу, Большой и Малый Мукулан произошло незначительное снижение количества выносящегося за месяц Mn, а затем его повышение (в 1,9 раза) после хранилища № 1 и особенно резко при выходе реки на предгорную равнину.

**Fe** – (232650-210760-235687-418446-543540) – в районе г. Тырныауз в воде р. Баксан, после впадения в нее рр. Камыксу, Большой и Малый Мукулан произошло незначительное снижение количества выносящегося за один летний месяц Fe, а затем его повышение (в 1,6 раза) после хранилища № 1 и особенно при выходе реки на предгорную равнину.

**Co** – (114-99-121-260-296) – в районе г. Тырныауз в воде р. Баксан, после впадения в нее рр. Камыксу, Большой и Малый Мукулан произошло незначительное снижение количества выносящегося за месяц Co, а затем его повышение (в 2,1 раза) после хранилища № 1 и особенно при выходе реки на предгорную равнину.

**Zn** – (9600-20462-8665-12542-11486) – резко (в 2,1 раза) увеличивается после впадения рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу в р. Баксан, но после хвостохранилища № 2 резко снижается (в 2,4 раза), а затем находится на высоком уровне вплоть до выхода реки на предгорную равнину.

**As** – (273-297-399-724-724) – значительно увеличивается, ниже по течению р. Баксан от



хвостохранилищ № 2 (в 1,3 раза) и особенно № 1 (в 1,8 раза).

**Y** – (135-114-134-260-384) – в районе г. Тырнауз в воде р. Баксан, после впадения в нее рр. Камыксу, Большой и Малый Мукулан произошло незначительное снижение количества выносящегося за месяц Y, а затем его повышение (в 2 раза) после хранилища № 1 и при выходе реки на предгорную равнину.

**Mo** – (496-1043-848-1022-976) – резко (в 2,1 раза) увеличивается после впадения рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу в р. Баксан и находится на высоком уровне, по сравнению с контрольной пробой № P00/16, вплоть до выхода реки на предгорную равнину.

**Cd** – (6-7-6.9-7.4-11) – постепенно и незначительно увеличивается с максимумом (в 1,5 раза) при выходе р. Баксан на предгорную равнину.

**Sb** – (13-24- 23.3-42-45) – резко (в 1,8 раза) увеличивается после впадения рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу в р. Баксан и достигает максимума (в 1,8 раза) после хвостохранилища № 1 и при выходе реки на предгорную равнину.

**Ba** – (3074-4875-3346-6875-9292) – в 1,6 раза увеличивается после впадения рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу в р. Баксан, но после хранилища № 2 снижается (в 1,5 раза), а затем после хвостохранилища № 1 увеличивается (в 2 раза) и достигает максимума при выходе реки на предгорную равнину.

**W** – (7-44-44,9-159-99) – резко (в 6,3 раза) увеличивается после впадения рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу в р. Баксан, а после хвостохранилища увеличивается в 3,5 раза, но при выходе на равнину его количество уменьшается в 1,6 раза.

**Tl** – (4-5-5,2-8,4-14) – закономерно и плавно увеличивается после впадения рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу в р. Баксан и достигает максимума при выходе реки на предгорную равнину.

**Bi** – (7-12-8,5-11,3-13) – резко (в 1,7 раза) увеличивается после впадения рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу в р. Баксан, затем ниже по течению р. Баксан от хвостохранилища № 2 увеличивается в 1,4 раза, а затем увеличивается и достигает максимума при выходе реки на предгорную равнину.

3. Из анализа данных, приведенных в таблице 3, выявлена отчетливая тенденция, заключающаяся в том, что происходит постоянно увеличивающееся поступление (по сравнению с фоновой контрольной пробой воды №P00/16) в воду р. Баксан из водотоков, дренажных рудные карьеры, вспомогательные горные выработки и хвостохранилища ТВМК, следующих металлов и металлоидов: Li, Be, B, Si, S, V, Mn, Fe, Co,

Zn, As, Y, Mo, Cd, Sb, W, Tl, в то время как для Al, Ba, Bi эта тенденция выражена значительно хуже.

4. Доказано, что количество переносимых (за один летний месяц) водой р. Баксан металлов и металлоидов увеличивается как после впадения в нее рр. Большой и Малый Мукулан и Камыксу, дренажных рудные карьеры, разведочные и вспомогательные горные выработки ТВМК, так и после хвостохранилищ № 2 и 1, расположенных ниже по течению р. Баксан (рис. 1). Следовательно, на новом уровне установлено негативное воздействие (техногенное загрязнение) на гидросферу промышленных отходов деятельности ТВМК.

5. Масштабы техногенного загрязнения промышленными отходами ТВМК вод р. Баксан за один летний месяц были приблизительно оценены по количеству выносящихся ею металлов и металлоидов на отрезке между контрольными пунктами P00/16 и P6/16 и дебиту р. Баксан в этих контрольных пунктах. Проведенные расчеты (табл. 3) показали, что суммарный вынос металлов и металлоидов (в кг) водами р. Баксан от контрольного пункта P2/16 и до пункта P6/16 (при выходе реки на предгорную равнину) составил 3 256 063 кг (4 830 010 – 1 544 725). Из них на долю конкретных металлов и металлоидов приходится (в кг): Li = 1033, Be = 7, B = 9 000, Al = 137 714, Si = 387 147, S = 2 412 870, V = 289, Mn = 16 750, Fe = 310 890, Co = 182, Zn = 1 886, As = 451, Y = 249, Mo = 486, Cd = 5, Sb = 32, Ba = 6 218, W = 92, Tl = 10, Bi = 6.

По количеству (в кг) металлов и металлоидов, выносящихся из карьеров, разведочных и вспомогательных штолен и хвостохранилищ ТВМК в воду р. Баксан, выделено 5 групп:

– от **первых кг и до первых десятков кг**: Be (1) (здесь и далее (1) – класс опасности для вод водоемов рыбохозяйственного значения), Cd (2), Sb (2), Tl (1), Bi (2);

– **первые сотни кг**: V (3), Co (2), As (1), Y, Mo (3), W (2);

– **от первых тысяч и до десятков тысяч кг**: Li (2), B (2), Mo (3), Zn (3), Ba (2). Лимитирующие показатели: санитарно-токсикологический, общесанитарный;

– **первые сотни тысяч кг**: Al (3), Si (2), Fe (3). Лимитирующие показатели: органолептический, санитарно-токсикологический;

– **первые миллионы кг**: S (4).

Из приведенных данных видно, что для вод водоемов рыбохозяйственного значения в бассейнах рр. Баксана и Терека (ниже по течению от места впадения в него Баксана) реальную опасность представляют три последние группы. Это обусловлено их длительным (более 40 лет) и пока постоянным и значительным (поряд-

ка 32–35 тысяч тонн ежегодно) поступлением в воды р. Баксан, а затем и Терека ряда экологически опасных элементов со значительным превышением для них ПДК в контрольных пунктах, расположенных в долине р. Терек. Так, в 2001 г. в воде р. Терек (в контрольном пункте) было установлено превышение ПДК для: Мо в 4–8; W – в 4 и Си– в 2 раза [1, 9, 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, текущих через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород; из разведочных и вспомогательных штолен; из 3-х ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы суперхранилища № 1, и вытекающего из деривационного тоннеля водотока. В итоге в реках Баксан 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 значения. Для минимизации негативной экологической нагрузки на воды рр. Баксан и Терек нами предлагается: 1) относительно быстро выполнимое (за 2–3 года) мероприятие по созданию системы очистки вод главных источников загрязнения р. Баксан от экологически опасных и экономически ценных металлов до или ниже соответствующих значений ПДК; 2) довольно длительный процесс (порядка 15–20 лет) полной утилизации промышленных отходов, находящихся в хвостохранилищах № 2 и 1, методами кислотного и содового выщелачивания [3].

Для реализации первого предложения необходимо предварительное решение следующих практических задач: 1) проведение лабораторных экспериментов по извлечению этих 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 и расположение в них очистных фильтров в виде ионообменных колонок различных типов; 4) выявление форм миграции основных элементов-загрязнителей; 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 по-

лучение чистых оксидов ряда ценных металлов (Mo, W, Cu, Zn и др.), что существенно повысит экономическую привлекательность данного предложения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые во всех контрольных пунктах (*рис. 1*) установлено превышение (в 2,5 раза) ПДК для Al, Fe, V, Zn, Mn, Mo для вод водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение.

2. Выявлена отчетливая тенденция, заключающаяся в том, что происходит постоянно увеличивающееся (*табл. 3*) поступление (по сравнению с фоновой контрольной пробой воды № P00/16) в воду р. Баксан из водотоков, дренирующих рудные карьеры, вспомогательные горные выработки и хвостохранилища ТВМК (с деривационным тоннелем), следующих металлов и металлоидов: Li, Be, B, Si, S, V, Mn, Fe, Co, Zn, As, Y, Mo, Cd, Sb, W, Tl, в то время как для Al, Ba, Bi эта тенденция выражена значительно хуже.

3. Масштабы техногенного загрязнения (за один летний месяц) промышленными отходами ТВМК вод р. Баксан были приблизительно оценены по количеству выносящихся ею металлов и металлоидов (оно рассчитано по концентрациям элементов в мкг/л) на отрезке между контрольными пунктами P00/16 и P6/16 и по дебиту (в м<sup>3</sup>/сутки) р. Баксан в этих контрольных пунктах. Проведенные расчеты (*табл. 3*) показали, что суммарный вынос металлов и металлоидов водами р. Баксан от контрольного пункта P00/16 и до пункта P6/16 (при выходе реки на предгорную равнину) составил 3 256 063 кг (4 830 010 кг – 1 544 725 кг).

4. Из государственных докладов по Кабардино-Балкарской Республике [7, 9, 10] следует, что уже в 2001 г. в воде р. Терек (в контрольном пункте) было установлено превышение ПДК для: Мо в 4–8; W – в 4 и Си– в 2 раза. 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, текущих через карьеры ТВМК и отвалы вскрышных пород; из разведочных и вспомогательных штолен; из 3-х ручьев, вытекающих из основания насыпной дамбы суперхранилища № 1 и вытекающих из деривационного тоннеля. В итоге в р. Баксан, а соответственно, и в р. Терек, из-за постоянного загрязнения их вод будут уменьшаться площади для нагула и нереста ценных пород рыб, что нанесет весьма значительный урон рыбным хозяй-

ствам Южного федерального округа, и это будет соответствовать, по последствиям, экологической катастрофе федерального значения.

В связи с изложенным выше представляется целесообразным проведение в выбранных нами контрольных пунктах опробования:

– вод из притоков р. Терек – Ардон и Фиагдон, ряд притоков которых дренирует многочисленные месторождения Садонского полиметаллического рудного поля с Унальским и Фиагдонским хвостохранилищами;

– вод р. Терека, как после впадения в него рек более низкого порядка – Ардона и Фиагодона, так и далее вплоть до его впадения в Каспийское море. Кроме того, представляется целесообразным отбор проб илов и воды в дельте Терека, где смешиваются загрязненные рядом элементов пресные речные воды с солеными морскими водами.

5. Доказана настоятельная необходимость улучшения экологического состояния вод р. Баксан и восстановления ее рыбохозяйственного значения, а соответственно и снижения негативного воздействия на здоровье населения, путем решения проблемы по снижению уровня

концентраций экологически опасных элементов в главных водотоках-загрязнителях р. Баксан. Для решения этой проблемы предложен конкретный перечень мероприятий, включающий:

1) проведение лабораторных экспериментов по извлечению этих 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-загрязнителей и строительство водозаборов необходимых объемов и расположение в них очистных фильтров в виде ионообменных колонок различных типов; 4) выявление форм миграции основных элементов-загрязнителей; 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 (Mo, W, Cu, Zn и др.), что существенно повышает экономическую привлекательность данного предложения.

*Работа выполнена по плану НИР на 2016 г. при поддержке Российского научного фонда в рамках соглашения № 14-17-00474 от 01.07.2014 г.*

## 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., Богатилов 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 вольфрамомолибденового комбината (ТВМК) и прилегающих территориях (Кабардино-Балкарская республика, РФ) и меры по восстановлению экосистемы // *Вестник Владикавказского научного центра РАН.* 2016. Т. 16. № 2. С. 55–63.
3. **Винокуров С.Ф., Гурбанов А.Г., Богатилов О.А., Сычкова В.А., Шевченко А.В., Лексин А.Б., Дударов З.И.** Геохимические особенности утилизации захороненных отходов Тырныаузского вольфрамомолибденового комбината методом кислотного выщелачивания // *ДАН,* 2016, том 470, № 4, С. 344–347.
4. **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.
5. **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.
6. **Винокуров С.Ф., Гурбанов А.Г., Богатилов О.А., Сычкова В.А., Шевченко А.В., Лексин А.Б., Дударов З.И.** Геохимические особенности утилизации захороненных отходов Тырныаузского вольфрамомолибденового комбината методом кислотного выщелачивания // *Доклады академии наук,* 2016, том 470, № 4, С. 445–447.
7. **Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и деятельности Управления природных ресурсов МПР России по Кабардино-Балкарской республике в 2002 году».** – Нальчик, 2002.
8. **Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды республики Северная Осетия-Алания в 2002 году».** – Владикавказ: Мин. ООС и ПР РСО-А, 2003.
9. **Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской республике в 2000 году.** – Нальчик. 2001, 117с.
10. **Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Кабардино-Балкарской республике в 2003 году.** – Нальчик. 2003. 257с.
11. **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»**



A NEW DATA ON GEOCHEMICAL PECULIARITIES  
OF WATER OF THE MAIN WATER ARTERY OF THE TYRNYAUZ  
TUNGSTEN-MOLYBDENUM MINING COMPLEX ACTIVITY REGION  
(KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC)

A.G. Gurbanov<sup>1,2</sup>, S.F. Vinokurov<sup>2</sup>, O.A. Bogatikov<sup>3</sup>, A.B. Leksin<sup>4</sup>, V.M. Gazeev<sup>5,2</sup>,

L.E. Tsukanova<sup>3</sup>, A.V. Shevchenko<sup>4</sup>, Z.I. Dudarov<sup>4</sup>, O.A. Gurbanova<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Scientific budgetian institution of the Russian Academy of Science Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry (IGEM RAS), Moscow.

<sup>2</sup> Vladikavkaz scientific center of the RAS. Vladikavkaz.

<sup>3</sup> Research Institute of «Physics» Southern Federal University, Rostov-on-Don.

<sup>4</sup> Kabardino-Balkarian State University (KBSU), Nalchik (kedr@kbsu.ru).

<sup>5</sup> Moscow State University named after Lomonosov, Moscow.

**Abstract.** In a 5th control points at the Baksan river valley (from vil. Islamay on the plain and 70 km up-stream on the Baksan river to background control sample № P00/16, which is arranged in 600 m up-stream along valley from mouth of Big Mukulan river) was sampling and exceed (in 2.5 times) of PDK for Al, Fe, V, Zn, Mn, Mo for water of reservoirs having of fishery district significance, have been established at the first time. There are 3 control points yet: in a mouth of Big Mukulan, Kamixsu and from small «protection» lake on tailrepository №1. Places for sampling have been selected so, that geochemical condition of river Baksan water (degree of their pollution) was valid in dependence from subjection on it (water river Baksan) by channels which are draining of mines and tailrepositories of TTMMC. Based on analysis of data obtained it was revealed the clearly tendency implies that perpetually increasing nutrient (in comparison with background control sample of water № P00/16) was revealed in a water of Baksan river by channels which are draining of mines, quarry and tailrepositories of TTMMC (with a derivational tunnel) the following metals and metalloids: Li, Be, B, Si, S, V, Mn, Fe, Co, Zn, As, Y, Mo, Cd, Sb, W, Ti, but for Al, Ba, Bi this tendency implies is markedly worse. Scales of technology pollution (for one summer month) by industrial waste of TTMMC of river Baksan water was approximately estimated using abundance of debris cone by river of metal and metalloids (it calculated on concentration of elements [in mgr/lit.]) on segment between control point P00/16 and P6/16, and according discharge (in m<sup>3</sup>/day) by Baksan river into these control points. The calculation are shown, that combined debris cone of metal and metalloids by water of the Baksan river from control point P00/16 to point P6/16 (at entry river on the plain) was marked about 3256063 kg (4830010 kg – 1544725 kg). From the state report at the Kabardino-Balkarian republic became clear, that already in 2001 year in a water of the Terekriver (in the control point) have been established of PDK exceed for: Mo in 4-8; W in 4 and Cu – in 2 times. Consequently, the regional ecological catastrophe, expressed in pollution by ecologic dangerous elements the part (hydrosphere) of environment dwelling of human are beginning to display already. Ecologic dangerous elements, including and dangerous for fishery district (Li, B, Mn, Ba, Al, Zn, Si, S, W, Mo, As, etc.) are supply and will supply constantly: from channels which are draining of mines, quarry, tailrepositories of TTMMC (with a derivational tunnel) and from 3 brook which are effluent from the basement of embankment dam of tailrepository №1. In the total, in r. Baksan and respective to r. Terek because of the constantly pollution of its water will be decrease in area of fatten and spawning for the estimate race of fish. It has taken a sizable tolls to fishery district of South Federal region and will correspond, according consequence, to ecological catastrophe of the federal significance. It is established a necessity of improvement of ecological condition water of r. Baksan and rehabilitate of it fishery district significance and respectively decrease of negative action on health of population by means of decrease of ecologic dangerous elements concentration level in the main channel-soiling of Baksan river. For solving of this problem was done the concrete enumeration of measures, include using of cleaning-filter as an ionic-exchange columns (sections) of different types for the sequence (selective) extraction of ecologic dangerous and economical valuable elements. In the process it is important to be taken into account, that during extraction of economical valuable elements it is quite possible the incidentally to get of clean oxides of series of valuable metals (Mo, W, Cu, Zn and others), that essentially to raise an economical attraction of this proposal.

**Keywords:** Tyrnyauz tungsten-molybdenum mining complex, methods of cleaning of waters of superficial currents, sources of contamination of waters.

#### REFERENCES

1. Atlas prirodno-tekhnogennykh opasnostey Kabardino-Balkarskoy respubliky. Pod red. I.I. Mazura. – M.: Izd. tsentr «Elima», 2005. S.126–127.
2. Vinokurov S.F., Gurbanov A.G., Bogatikov O.A., Karamurzov B.S., Gazeev V.M., Leksin A.B., Shevchenko A.V., Dolov S.M., Dudarov Z.I., Gurbanova O.A. Sezonnye kolebaniya kontsentratsiy makro- i mikroelementov i formy ikh migratsii v poverkhnostnykh vodotokakh v rayone deyatel'nosti Tyrynyauzskogo vol'framovo-molibdenovogo kombinata (TVMK) i prilegayushchikh territoriyakh (Kabardino-Balkarskaya respublika, RF) i mery po vosstanovleniyu ekosistemy // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra RAN. 2016. T. 16. № 2. S. 55–63.
3. 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 Tyrynyauzskogovol'framovo-molibdenovogo kombinata metodom kislotnogo vyshchelachivaniya // DAN, 2016, tom 470, № 4, S. 344–347.
4. 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.
5. 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.
6. 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 Tyrynyauzskogo vol'framovo-molibdenovogo kombinata metodom kislotnogo vyshchelachivaniya // Doklady akademii nauk, 2016, tom 470, № 4, S. 445–447.
7. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy i deyatel'nosti Upravleniya prirodnykh resursov MPR Rossii po Kabardino-Balkarskoy respublikе v 2002 godu». – Nal'chik, 2002.
8. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy respubliky Severnaya Osetiya-Alaniya v 2002 godu». – Vladikavkaz: Min. OOS i PR RSO-A, 2003.
9. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy v Kabardino-Balkarskoy respublikе v 2000 godu. – Nal'chik. 2001, 117s.
10. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy v Kabardino-Balkarskoy respublikе v 2003 godu. – Nal'chik. 2003. 257s.
11. Prikaz Rosrybolovstva ot 18.01.2010 N 20 «Ob utverzhenii 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»