ГЕОЭКОЛОГИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГИДРОГЕОЛОГИЯ. ГЕОКРИОЛОГИЯ, 2021, № 2, с. 67-74

_____ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ _____ СРЕДЫ

УДК 556.535.8

ВЛИЯНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА В БАССЕЙНЕ РЕКИ СУНГАРИ (КНР) НА КАЧЕСТВО ВОД АМУРА У ХАБАРОВСКА В АПРЕЛЕ 2020 ГОДА

© 2021 г. В. П. Шестеркин*

ХФИЦ Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (ИВЭП ДВО РАН), ул. Дикопольцева, 56, Хабаровск, 680000 Россия *E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru Поступила в редакцию 24.08.2020 г. После доработки 25.12.2020 г. Принята к публикации 10.01.2021 г.

Рассмотрено влияние разрушения дамбы на хвостохранилище в Китае 29.03.2020 г. в верхнем течении р. Ицзими (бассейн р. Сунгари, КНР) на качество воды в р. Амур и протоке Амурская. Авария вызвала значительный подъем уровня воды в р. Сунгари, а соответственно и в р. Амур, оказала влияние на химический состав вод реки и протоки выше г. Хабаровска. По результатам многолетних исследований ИВЭП ДВО РАН, для Амура характерно неравномерное распределение содержания растворенных веществ в створе реки, обусловленное химическим составом и расходами воды основных притоков. В основном русле Амура не было зафиксировано резких различий в содержании растворенных веществ, но в его левобережной части отмечены более высокие значения их концентраций, чем в зимнюю межень. При наибольшем уровне воды в Амуре, в левобережной части про-

токи Амурская установлены максимальные концентрации Na^+ , SO_4^{2-} и Cl⁻, нитратного азота, нефтепродуктов. При спаде уровня воды отмечено постепенное снижение содержания растворенных веществ, причем в протоке и правобережной части р. Амур в большей степени, чем на других участках. Сделано предположение, что основное количество растворенных веществ в апреле 2020 г. поступило в р. Амур с водами р. Сунгари.

Ключевые слова: дамба, хвостохранилище, р. Амур, протока Амурская, качество воды, основные ионы, нитратный азот, нефтепродукты

DOI: 10.31857/S0869780921020089

введение

Река Амур — одна из крупнейших трансграничных рек Евразии. Общая площадь водосборного бассейна 1855 тыс. км², в том числе 832 тыс. км² в пределах КНР (в основном бассейн р. Сунгари).

Активизация хозяйственной деятельности в китайской части бассейна Амура оказывает большое влияние на качество вод реки, являющихся основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения городов Хабаровск, Амурск и Комсомольск-на-Амуре. Например, наиболее остро трансграничное загрязнение проявилось в воде Амура ниже устья р. Сунгари в декабре 2005 г., когда из-за аварии на химическом комбинате China National Petroleum Corporation в г. Цзилинь отмечалось загрязнение воды нитробензолом и наличие "химического" запаха воды и рыбы [9, 10].

Разрушение 28.03.2020 г. дамбы хвостохранилища горнодобывающей компании Yichun Luming Mining Co Ltd, ведущей освоение молибденовых месторождений в провинции Хэйлунцзян (КНР), вызвало поступление в р. Ицзими, а затем и в р. Хуланьхэ (приток р. Сунгари) 2.5 млн м³ воды загрязненных молибденом, нефтепродуктами, взвешенными и другими веществами. Китайской стороной были приняты меры по снижению негативных последствий аварии: на реках возводились дамбы и боновые ограждения, население расположенных вдоль рек поселений обеспечивалось бутилированной водой [1].

Серьезные катастрофы, вызванные разрушением дамб хвостохранилищ сильными дождями или сейсмическими проявлениями, характерны для горнодобывающих районов многих стран. Наиболее крупные из них, повлекшие за собой человеческие жертвы, а также загрязнение речных вод и больших площадей земель, произошли в бразильском штате Минас-Жерайс в 2015 и 2019 гг. [5].

Исследования в горнорудных районах юга Дальнего Востока свидетельствуют о влиянии техногенеза и антропогенной деятельности на трансформацию химического состава речных вод, появлении высокоминерализованных сульфатно-магниево-кальциевых вод с высоким содержанием литофильных и халькофильных эле-



Рис. 1. Схема района исследований.

ментов [2, 7]. Кроме того, использование взрывчатых веществ для дробления горных пород обусловливает повышенное содержание нитратного и нитритного азота в водных объектах [7]. На месторождениях Нижнего Приамурья, где используется цианид натрия для извлечения цветных металлов, воды хвостохранилищ характеризуются высокой минерализацией (>1.2 г/дм³), хлоридно-натриевым составом и значительным загрязнением нитритами [8].

В бассейне Амура техногенные катастрофы подобного характера и масштаба ранее не случались. Поэтому Комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Правительства Хабаровского края были определены места и сроки отбора проб воды, длительность прохождения "пятна" у г. Хабаровск, которое по расчетам специалистов Росгидромета могло появиться после 20.04.2020 г. [4].

Цель исследования — оценить влияние аварии на хвостохранилище в Китае на качество вод Амура на основе мониторинга содержания основных ионов, биогенных веществ и нефтепродуктов в р. Амур и протоке Амурская. Результаты этих наблюдений и представлены в данной работе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Следует отметить, что в формировании химического состава вод Амура у Хабаровска принимают участие такие крупные водотоки, как Зея, Бурея, Сунгари и Уссури. В зависимости от состава вод этих рек концентрации растворенных веществ по ширине Амура варьируют в больших пределах. Поэтому ниже отдельно рассмотрено формирование качества воды в той или иной части русла Амура и протоки Амурская.

Гидрохимические исследования на р. Амур впервые за период наблюдений проводили во время ледохода (20–24 апреля 2020 г.) вблизи государственной границы в левобережной, средней и правобережной части русла (станции отбора 1–3).

В левобережной части и на середине (станции 4, 5) протоки Амурская, в которую воды Амура поступают при высоком уровне по протоке Казакевичева (протока Фуюаньская после демаркации российско-китайской границы в 2005 г.), наблюдения осуществляли выше с. Бычиха после ледохода.

Расположение станций отбора проб воды представлено на рис. 1.

В работе также использовали данные мониторинга химического состава вод Амура в левобережной, средней и правобережной части реки ниже устья протоки Амурская, полученные в марте 2020 г.

Образцы воды отбирали с поверхности, общее количество проб – 20. Значения рН и перманганатной окисляемости, содержание основных ионов, биогенных и органических веществ в воде определяли по методикам, в соответствии с РД

52.18.595—96¹ в Центре коллективного пользования при ИВЭП ДВО РАН.

При оценке степени загрязненности воды использовали предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования согласно Гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.1315-03².

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гидрологический режим водных объектов в районе г. Хабаровск в зимнюю межень и в начале ледохода довольно сложен. Зимой при низких уровнях воды Амура, сток в протоке Казакевичева отсутствует, в результате чего химический состав воды в протоке Амурская в районе с. Казакевичево не отличается от химического состава вод р. Уссури. Воды же Амура в это время выше Хабаровска из-за влияния р. Сунгари характеризуются более высоким содержанием основных ионов, нитратного и аммонийного азота в правобережной части русла, чем в левобережной части.

В апреле 2020 г. гидрологический режим р. Амур у Хабаровска (рис. 2) характеризовался ранним началом ледохода (15.04) на 3–5 дней раньше обычного срока при относительно высоком уровне воды (203 см). Для сравнения отметим, что в период 2016—2019 гг. в апреле месяце фиксировались более низкие максимальные значения уровней воды (до 136 см).

В условиях стабильных расходов воды зарегулированных рек Зея и Бурея повышению водности Амура в период проведения мониторинга могла способствовать авария на хвостохранилище в Китае 29.03.2020 г. в бассейне р. Сунгари. Подъем уровня воды в р. Сунгари, привел к поступлению вод Амура по протоке Казакевичева в протоку Амурская.

Воды протоки Амурская (по данным мониторинга в апреле 2020 г.)³ характеризуются нейтральными значениями рН (табл. 1) и крайне неоднородным распределением концентраций растворенных веществ по ширине (рис. 3) из-за



Рис. 2. Уровень воды р. Амур у г. Хабаровск в апреле 2020 г.

больших различий в химическом составе вод рек Амур (в правобережной части представленных водами р. Сунгари) и Уссури, которые определяют соответственно химический состав левобережной части протоки. Поэтому в левобережной части протоки содержание основных ионов и нитратного азота было выше, чем на середине (см. табл. 1).

В условиях высокой водности наибольшие различия (в 3 и более раза) концентраций отмечались для Na^+ и Cl^- . Несколько меньше отличались содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} и нитратного азота. Максимальные концентрации Na^+ , Cl^- и наблюдались в начале мониторинга, причем их значения были выше, чем в воде р. Амур в марте 2020 г. (табл. 2). Такие особенности химического состава воды в левобережной части протоки могли быть также обусловлены влиянием вод хвостохранища, в котором после флотации молибденита аккумулировалось большое количество солей.

За время проведения мониторинга содержание Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} и нитратного азота в воде постепенно снижалось, причем в левобережной части протоки в большей степени, чем в средней (см. рис. 3).

Концентрации остальных биогенных веществ были низкими, причем нитритного азота постоянно, а минерального фосфора и аммонийного азота в ряде случаев даже ниже предела обнаружения. В отличие от основных ионов, наибольшее содержание последних двух веществ, а также кремния, отмечалось на середине протоки.

Иная ситуация была характерна для растворенного железа, максимальное содержание которого, не превышающее 0.17 мг/дм³, постоянно наблюдалось в левобережной части протоки (см. табл. 1).

Содержание органических веществ изменялось в узких пределах. Незначительное повышение значений перманганатной окисляемости отмечалось в левобережной части протоки в тече-

¹ РД 52.18.595-96 Федеральный перечень Методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). URL: http://docs.cntd.ru/document/1200036098

² Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурнобытового водопользования. URL: http://docs.cntd.ru/document/901862249

³ К сожалению, данные о концентрации ионов натрия, хлоридного, сульфатного и нитратного ионов и др. до аварии в протоке Амурская выше с. Бычиха в статье отсутствуют, так как исследуемый участок относится к приграничным (см. рис. 1), где наблюдения проводятся очень редко.

ШЕСТЕРКИН

	18.04		20.	.04	23.	.04	24.04		
Показатель, ед. измерения	ЛБ	С	ЛБ	С	ЛБ	С	ЛБ	С	
рН, ед.	6.8	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	
Цветность, градус	20	33	48	45	34	30	31	29	
Na ⁺ , мг/дм ³	10.6	3.2	10.1	2.6	7.8	2.6	8.3	2.0	
К ⁺ , мг/дм ³	1.7	1.2	2.0	1.0	1.7	1.0	1.9	0.8	
Ca ²⁺ , мг/дм ³	13.0	5.1	13.0	5.1	10.9	4.6	11.4	4.2	
Mg, мг/дм ³	3.8	2.3	4.3	1.8	3.3	2.6	4.1	2.0	
HCO ₃ , мг/дм ³	46	22	48	17	43	19	46	19	
Cl, мг/дм ³	7.4	3.2	7.8	1.4	6.2	1.5	6.5	1.3	
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	16.2	6.5	11.7	3.6	12.2	6.5	10.4	6.1	
$\mathrm{NH}_4^+,$ мг/дм 3	0.084	0.13	< 0.05	0.081	0.053	< 0.05	< 0.05	0.053	
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	3.9	2.0	4.7	2.6	3.2	2.3	1.9	2.5	
HPO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	< 0.03	0.05	< 0.03	0.05	0.03	0.04	< 0.03	0.03	
Нефтепродукты, мг/дм ³	0.020	0.016	0.020	0.017	0.015	0.012	0.015	0.011	
Перманганатная окисляемость, мг О/дм ³	7.7	6.4	7.7	5.8	8.6	6.7	8.3	6.1	
Si, мг/дм ³	2.9	3.3	2.9	4.4	3.0	4.4	2.4	4.3	
Fe, мг/дм ³	0.128	0.078	0.168	0.165	0.142	0.108	0.126	0.094	
Минерализация, мг/дм ³	102.6	45.5	101.6	35.1	88.3	40.1	90.5	37.9	

Таблица 1. Изменение химического состава воды протоки Амурская с период с 18 по 24 апреля 2020 г. в левобережной (ЛБ) и средней (С) части русла

ние всего мониторинга, а цветности воды – с 20 апреля. Концентрации нефтепродуктов не превышали значения ПДК (0.3 мг/дм³), достигали наибольших значений в левобережной части протоки при максимальном уровне воды, что также может свидетельствовать о привносе этих веществ водами р. Сунгари.

В воде р. Амур во время наблюдений отмечались нейтральные значения pH и неравномерное

распределение концентраций растворенных веществ по ширине створа реки (рис. 4) в результате большого влияния вод р. Сунгари на правобережную часть Амура, а рек Зея и Бурея — на левобережную. Поэтому максимальные концентрации основных ионов, нитратного и аммонийного азота выше г. Хабаровск были характерны для правобережной части Амура [9], а ниже устья протоки Амурская — для правобережной или средней его части (см. табл. 2).



Рис. 3. Распределение содержания Na^+ (1), Ca^+ (2), Mg^{2+} (3), Cl^- (4), SO_4^{2-} (5) и NO_3^- (6) в воде левобережной (ЛБ) и средней (С) части протоки Амурская выше с. Бычиха в апреле 2020 г.

I · · · · · · · · · · ·	1	1	- (. ,,	· F · · · ·	()		· · · I ·		()		1.2			
Показатель, ед. измерения	13.03			20.04			22.04			23.04			24.04		
Дата, расположение	ПБ	С	ЛБ	ПБ	С	ЛБ	ПБ	С	ЛБ	ПБ	С	ЛБ	ПБ	С	ЛБ
рН, ед.	7.2	7.8	7.5	7.2	6.9	6.8	6.9	6.9	6.3	7.1	7.0	6.6	6.9	7.1	7.2
Цветность, градус	8	37	47	29	30	32	44	45	39	30	32	35	39	41	41
Na ⁺ , мг/дм ³	8.0	9.5	5.0	8.9	6.6	6.6	6.6	4.3	4.3	6.6	5.5	4.3	6.0	4.3	4.3
К ⁺ , мг/дм ³	2.5	1.9	1.4	1.7	1.7	1.2	1.7	1.2	1.2	1.7	1.5	1.2	2.0	1.2	1.2
Ca ²⁺ , мг/дм ³	14.3	14.3	10.1	11.8	10.5	10.1	10.5	8.4	8.4	10.1	8.4	8.0	9.3	7.6	7.6
Mg, мг/дм ³	5.4	4.1	3.1	4.1	3.3	3.1	2.8	2.3	2.3	3.1	2.6	2.6	3.6	2.6	2.3
HCO ₃ , мг/дм ³	62	58	37	46	41	41	41	34	36	39	36	34	36	34	31
Cl, мг/дм ³	4.7	5.7	2.6	6.8	5.0	5.0	5.3	3.4	3.4	5.1	3.9	2.9	4.4	2.7	2.7
SO_4^{2-} , мг/дм ³	10.0	15.0	7.5	12.7	12.9	8.9	11.5	8.4	7.1	12.0	10.5	6.7	7.8	8.6	5.6
NH ⁺ ₄ , мг/дм ³	0.16	0.16	0.09	0.08	0.10	0.06	0.07	0.06	0.07	<0.05	0.06	0.07	0.05	<0.05	<0.05
NO_3^- , мг/дм ³	2.2	4.2	2.5	3.2	3.5	2.5	3.2	2.2	2.2	2.1	2.2	1.5	1.5	1.5	1.0
HPO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	0.04	< 0.03	< 0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	<0.03	0.03	<0.03
Нефтепродукты, мг/дм ³	_	_	_	0.017	0.016	0.017	0.015	0.008	0.010	0.014	0.018	0.013	0.013	0.009	0.015
Перманганатная окис- ляемость, мг О/дм ³	3.9	7.8	9.0	7.0	10.6	6.4	9.9	9.6	9.6	9.0	9.0	9.0	9.9	9.9	8.3
Si, мг/дм ³	6.1	4.9	4.5	3.2	3.2	3.2	2.9	3.1	3.0	3.0	3.0	3.1	2.6	2.9	2.9
Fe, мг/дм ³	0.07	0.14	0.23	0.13	0.14	0.15	0.18	0.21	0.14	0.12	0.14	0.15	0.15	0.19	0.19
Минерализация, мг/дм ³	127.4	113.0	69.6	95.4	84.7	78.7	82.8	64.8	65.5	79.8	70.8	61.5	70.9	62.8	55.9

Таблица 2. Химический состав воды р. Амур ниже устья протоки Амурская в марте и в районе о. Большой Уссурийский в апреле 2020 г. в правобережной (ПБ), средней (С) и левобережной (ЛБ) части русла

Более высоким, чем в марте 2020 г. (т.е. до аварии на хвостохранилище), было содержание Na⁺, Cl⁻ и SO₄²⁻ в левобережной части русла Амура и в начале мониторинга (см. табл. 2). В апреле 2020 г. концентрации этих веществ в воде Амура были ниже по сравнению с левобережной частью протоки Амурская, незначительно они различались и по ширине реки (см. рис. 4). Такие особенности распределения концентраций основных ионов по ширине реки в свою очередь свидетельствуют о значительном преобладании стока р. Сунгари в

стоке Амура.

Содержание биогенных веществ, за исключением нитратного азота, в воде р. Амур, также как в протоке Амурская, низкое. Концентрации нитритного азота постоянно, а аммонийного азота и минерального фосфора на спаде уровня воды были ниже предела обнаружения. В более узких пределах, чем в зимнюю межень, в воде изменялось содержание кремния (см. табл. 2). Максимальным содержанием растворенного железа за счет влияния окрашенных вод Зеи и Буреи характеризовалась левобережная часть Амура. Концентрации органических веществ по ширине Амура распределялись относительно равномерно. Значения перманганатной окисляемости и цветности воды на спаде уровня воды достигали максимума, были выше, чем в протоке Амурская. Содержание нефтепродуктов было значительно ниже значения ПДК.

Специфический химический состав вод хвостохранища, загрязненных молибденом, дает повод привести некоторые сведения о содержании Мо в водах р. Амур. Хотя непосредственно в период мониторинга содержание Мо в водных объектах автором не определялось, использованы данные других организаций.

Заметим, что в работе [6] приводятся данные по содержанию растворенных форм Мо в воде р. Сунгари в интервале (1.16–1.52 мкг/дм³). По результатам исследований в бассейне Амура в 2011–2017 гг. [11], концентрации растворенных форм Мо составляли в основном десятые доли мкг/дм³ с минимальными значениями в зимнюю межень и максимальными в период открытого русла. Распределение содержания Мо по поперечному профилю р. Амур на всех пунктах отбора



Рис. 4. Распределение содержания Na⁺ (1), Ca⁺ (2), Cl⁻ (3) и NO₃⁻ (4) в воде левобережной (ЛБ), средней (С) и правобережной (ПБ) части р. Амур у о. Большой Уссурийский в апреле 2020 г.

было относительно равномерным за исключением пункта ниже устья р. Сунгари, концентрации Мо у китайского берега всегда были выше по сравнению с российской частью: в 4.9 раза в феврале; в 2.6 раза в сентябре 2014 г., т.е. основное количество растворенных форм Мо, как правило, поступало в Амур с водами р. Сунгари.

По данным [3], в апреле 2020 г. содержание Мо в водах Амура и протоки Амурская варьировало в пределах 1.0–3.7 мкг/дм³. Несмотря на то, что концентрации Мо были значительно ниже величины ПДК (250 мкг/дм³), тем не менее, они заметно превышали значения в р. Амур у с. Нижнеленинское (ниже устья р. Сунгари) и в протоке Амурская в период 2011–2017 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты наблюдений свидетельствуют, что разрушение дамбы хвостохранилища в бассейне р. Сунгари не привело в апреле 2020 г. к ухудшению качества вод р. Амур и протоки Амурская. Предотвращению загрязнения воды способствовали, с одной стороны, мероприятия, предпринятые организациями Китая по ликвидации последствий разрушения дамбы (сооружение боновых ограждений, плотин и т.д.), и с другой стороны — разбавление вод хвостохранилища водами р. Сунгари и ее притоков (Майхэ, Муданцзян, Ваканьхэ и др.).

Анализ полученных материалов показывает, что максимальные концентрации Na⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, нитратного азота и нефтепродуктов, косвенно свидетельствующих о влиянии вод хвостохранилища, отмечались в начале наблюдений в левобережной части протоки Амурская в период наибольшего уровня воды в апреле.

В начале мониторинга в основном русле Амура не было зафиксировано резких различий в содержании растворенных веществ, но в левобережной части русла отмечены более высокие значения их концентраций, чем в зимнюю межень.

В период наблюдений содержание растворенных веществ постепенно снижалось, причем в левобережной части протоки Амурская и правобережной части Амура в большей степени, чем на остальных участках. Подобная динамика содержания исследуемых веществ свидетельствует о том, что основное их количество поступило в конце второй декады апреля с водами хвостохранилища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авария на китайском молибденовом комбинате создала угрозу загрязнения Амура. https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news/?obj=afe40e961c5cad0c084576a303430bc2 (дата обращения 20.07.2020)
- 2. *Аржанова В.С.* Влияние горнопромышленного техногенеза на речные воды // География и природные ресурсы. 2010. № 1. С. 39–44.
- Загрязнившее реки в Китае пятно молибдена не дошло до Хабаровска. https://www.kommersant.ru/doc/4327898 (дата обращения 20.07.2020)
- Остатки "пятна" из Китая к Хабаровску доплывут после 20 апреля. https://www.todaykhv.ru/news/society/26012 (дата обращения 20.07.2020).
- По следам катастрофы в Бразилии. Чем чревато пренебрежение безопасностью хвостохранилищ. https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/po-sledam-katastrofy-v-brazilii-chemchrevato-prenebrezhenie-bezopasnostyu-hvostohranilishch-40102.shtml (дата обращения 20.07.2020)
- 6. *Чудаева В.А., Шестеркин В.П., Чудаев О.В.* Микроэлементы в поверхностных водах бассейна реки Амур // Водные ресурсы. 2011. Т. 38. № 5. С. 606-617. https://doi.org/10.1134/S0097807811050034
- 7. Шевцов В.М., Караванов К.П., Махинов А.Н., Кулаков В.В. и др. Водные ресурсы горнорудных райо-

нов и их преобразование (Юг Дальнего Востока). Хабаровск: Изд-во ХГТУ. 1998. 159 с.

- Шестеркин В.П. Влияние добычи и переработки рудного золота на качество речных вод Приамурья // Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 1994. С. 98–105.
- 9. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Особенности качества воды р. Сунгари // Геоэкология. 2009. № 1. С. 50–53.
- 10. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Форина Ю.А., Ри Т.Д. Трансграничное загрязнение Амура в зимнюю межень 2005–2006 гг. // География и природные ресурсы. 2007. № 2. С. 40–44.
- Шестеркина Н.М., Шестеркин В.П., Таловская В.С., Ри Т.Д. Пространственно-временная изменчивость содержания растворенных форм микроэлементов в водах реки Амур // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 3. С. 336–347. https://doi.org/10/31857/S0321059620020170

THE IMPACT OF THE TAILING POND DAM DESTRUCTION IN THE SUNGARI RIVER BASIN (CHINA) ON THE QUALITY OF THE AMUR RIVER WATER NEAR KHABAROVSK IN APRIL 2020

V. P. Shesterkin[#]

Institute of water and ecological problems, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, ul. Dikopol'tseva, 56, Khabarovsk, 680000 Russia [#]E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

The paper considers the impact of the tailing dam destruction in the upper reaches of the Yizimi River (the Songhua River basin, China) on the quality of water in the Amurskaya channel and the Amur River above

Khabarovsk in April 2020. The maximum concentrations of Na^+ , SO_4^{2-} and Cl^- , nitrate nitrogen, and oil products were found in the left-bank part of the Amurskaya channel at the highest water level. At that time, there were no significant differences in the distribution of solute content in the water of the Amur River along its width; whereas the Amur River (according to the long-term research results) shows an uneven distribution of solutes due to different chemical composition and water flow rates in its main tributaries. The water inflow from the tailing dump caused the predominance of the Sungari River water in the Amur runoff, as a result of

which the concentrations of Na, SO_4^{2-} , Cl⁻, nitrate nitrogen, and petroleum products increased in the leftbank part of the Amurskaya channel as compared to February and March 2020. A gradual decrease in the content of dissolved substances is noted upon the low water level, this decrease being greater in the left-bank part of the Amurskaya channel and in the right-bank part of the Amur River than in other areas. It is assumed that in April 2020 the bulk of dissolved substances entered the Amur River with the Sungari River water.

Keywords: destruction of the tailing pond, the Amur River, Amurskaya stream, water quality, major ions, nitrate nitrogen, petroleum products

REFERENCES

- Avariya na kitaiskom molibdenovom kombinate sozdala ugrozu zagryazneniya Amura. [The accident at the Chinese molybdenum plant endangered the Amur river]. https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news/?obj=afe40e961c5cad0c084576a303430bc2 (accessed 20.07.2020). (in Russian)
- Arzhanova, V.S. Vliyanie gornopromyshlennogo tekhnogeneza na rechnye vody [The impact of mining technogenesis on river waters]. Geografiya i prirodnye resursy. 2010, no. 1, pp. 39–44. (in Russian)
- 3. Zagryaznivshee reki v Kitae pyatno molibdena ne doshlo do Khabarovska [The molybdenum spill that contaminated Chinese rivers has not reached Khabarovsk]. https://www.kommersant.ru/doc/4327898 (accessed 20.07.2020). (in Russian)
- Ostatki "pyatna" iz Kitaya k Khabarovsku doplyvut posle 20 aprelya [The residual spill from China will reach Khabarovsk after April 20]. https://www.todaykhv.ru/news/society/26012 (accessed 20.07.2020). (in Russian)

- 5. Po sledam katastrofy v Brazilii. Chem chrevato prenebrezhenie bezopasnosť yu khvostokhranilishch. [Tracing the Brazil catastrophe. What are the consequences of neglecting the safety of tailing dumps]. https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/po-sledam-katastrofy-v-brazilii-chemchrevato-prenebrezhenie-bezopasnostyu-hvostohranilishch-40102.shtml (accessed 20.07.2020). (in Russian)
- Chudaeva, V.A., Shesterkin, V.P., Chudaev, O.V. Mikroelementy v poverkhnostnykh vodakh basseina reki Amur [Trace elements in surface water of the Amur River basin]. Vodnye resursy. 2011, vol.38, no 5, pp. 606– 617. DOI: 10.1134/S0097807811050034 (in Russian).
- Shevtsov, V.M., Karavanov, K.P., Makhinov, A.N., Kulakov, V.V., et al. *Vodnye resursy gornorudnykh raionov i ikh preobrazovanie (Yug Dal'nego Vostoka)* [Water resources of mining regions and their transformation (South of the Far East)]. Khabarovsk, KhGTU Publ., 1998, 159 p. (in Russian)
- 8. Shesterkin, V.P. Vliyanie dobychi i pererabotki rudnogo zolota na kachestvo rechnykh vod Priamur'ya [The influ-

ence of mining and processing of ore gold on the quality of river waters in the Amur region]. *Biogeokhimicheskie i ekologicheskie otsenki tekhnogennykh ekosistem basseina reki Amur* [Biogeochemical and ecological assessments of technogenic ecosystems of the Amur river basin]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 1994, pp. 98–105. (in Russian)

- 9. Shesterkin, V.P., Shesterkina, N.M. *Osobennosti kachestva vody r. Sungari* [Water quality specifics in the Sungari River]. *Geoekologiya*, 2009, no 1, pp. 50–53. (in Russian)
- 10. Shesterkin, V.P., Shesterkina, N.M., Forina, Yu.A., Ri, T.D. *Transgranichnoe zagryaznenie Amura v zim-*

nyuyu mezhen' 2005–2006 gg [Transboundary pollution of the Amur River during the winter low-water period in 2005–2006]. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2007, no. 2, pp. 40–44. (in Russian).

 Shesterkina, N.M., Shesterkin, V.P., Talovskaya, V.S., Ri, T.D. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' soderzhaniya rastvorennykh form mikroelementov v vodakh reki Amur [Space and time variations of the concentrations of dissolved forms of microelements in Amur river water]. Vodnye resursy, 2020, vol. 47, no. 3, pp. 336–347. DOI: 10/31857/S0321059620020170 (in Russian).