

СЕЗОННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ РЕКИ АРГУНЬ

В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина

E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

*ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного
отделения Российской академии наук», г. Хабаровск, Россия*

АННОТАЦИЯ: По данным Забайкальского УГМС (1962–1975 и 2016–2017 гг.), российско-китайского мониторинга (2008, 2011–2013 гг.) и экспедиционных наблюдений в июне 2018 г. рассмотрена сезонная и пространственная изменчивость химического состава вод р. Аргунь – правой составляющей Амура. Максимальные концентрации основных ионов, минеральных форм азота, соединений железа и марганца вследствие дефицита растворенного кислорода отмечены в зимнюю межень в верхней части реки. В период открытого русла концентрации минеральных форм азота находятся ниже предела обнаружения, содержание органических веществ достигает наименьших значений в летне-осеннюю межень, а главных ионов – в дождевые паводки.

Выявлены различия в содержании главных ионов по длине р. Аргунь, обусловленные природно-климатическими особенностями территории и хозяйственной деятельностью на водосборе. Наблюдения в 2018 г. на участке реки между с. Абагатуй и пос. Приаргунск позволили установить пространственную изменчивость концентраций главных ионов в летнюю межень. Наибольшее содержание главных ионов вследствие добычи полезных ископаемых характерно для верхнего участка реки, наименьшее – для участка ниже впадения рек Ганьхэ и Дэрбул, формирующих химический состав на западных отрогах хребта Большой Хинган. Отмечено повышение содержания солей в воде р. Аргунь ниже устьев рек Урулюнгуй, Верхняя Борзя и др., дренирующих степные и лесостепные ландшафты.

Ключевые слова: р. Аргунь, химический состав воды, минерализация, главные ионы, биогенные и органические вещества, р. Амур.

Река Аргунь (в пределах Китая – р. Хайлар) является правой составляющей Амура и берет свое начало на западном склоне хребта Большой Хинган. Верхний участок реки длиной 669 км расположен за пределами территории России, нижний участок протяженностью 951 км является естественной границей между Российской Федерацией и Китаем. Площадь бассейна р. Аргунь – 164 тыс. км² (без водосбора оз. Далайнор – крупнейшего

© Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., 2019

водоема северо-востока КНР), в пределах России находится 49,1 тыс. км² (30 %) [1]. Озеро Далайнор площадью 2339 км² соединяется с р. Хайлар, пересыхающей в маловодные годы протокой Мутная и каналом, осуществляющим с 2009 г. переброску части речных вод в водоем. С учетом площади водосбора озера бассейн р. Аргунь достигает 285 тыс. км² [2]. Среднегодовой расход ориентировочно составляет 204 м³/с, средний годовой объем стока – 6,44 км³[3].

Бассейн р. Аргунь вытянут с юга на север более чем на 1000 км. На востоке его границей является хребет Большой Хинган, на юге водораздел проходит по всхолмленным участкам равнины Барга и восточным оконечностям Средне-Халхасской возвышенности. Далее граница отклоняется на северо-запад, охватывая отроги хребта Хэнтэй и горы Ульдзей-Санхан-Ола. На северо-востоке водораздел проходит по бессточному пространству северо-западной оконечности Баргинского плоскогорья и пролегает по системе отрогов Нерчинского, Аргунского, Борщовочного и других хребтов. Некоторые левобережные притоки р. Аргунь протекают по полупустынным степям и теряются в песках. В степных и лесостепных зонах бассейна имеется ряд бессточных и полубессточных районов, занимающих в России до 40 % водосбора.

Основное питание реки дождевое, в маловодные годы значительную долю в годовом стоке составляет сток весеннего половодья. Река Аргунь характеризуется повышенной водностью в теплый период года и почти полным прекращением стока зимой из-за промерзания водоносных горизонтов, смыкания сезонной мерзлоты с многолетней [4]. Основные притоки – Урулюнгуй (189 км), Уров (290 км), Урюмкан (226 км), Ганьхэ (300 км) и Газимур (592 км).

Гидрохимическая изученность реки низкая. Мониторинг за качеством воды р. Аргунь осуществляет Забайкальское управление УГМС на четырех пунктах на участке реки между поселками Молоканка и Олочи (включая протоку Прорва у пос. Молоканка), что недостаточно для такого протяженного участка. По данным управления качество воды в районе пос. Молоканка в 2017 г. относилось к градации «грязная», пос. Олочи – «очень загрязненная» [3].

Активизация хозяйственной деятельности в китайской (появление гидроузлов Чжалуомуде и Хунхуарцзи, добыча угля и др.) и российской (добыча флюорита, угля, полиметаллических руд и др.) частях бассейна Аргуни оказала влияние на химический состав вод реки. Опубликованные ранее материалы о химическом составе вод р. Аргунь [4–7] в последние годы дополнены новыми данными, которые позволили получить более полную картину о пространственной и сезонной изменчивости содержания растворенных веществ.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в июне 2018 г. в период межени на участке р. Аргунь между пос. Абагайтуй и Аргунск (рисунок). Пробы воды отбирали на фарватере с поверхности. Аналитические работы осуществляли по общепринятым при гидрохимических исследованиях методам [8]. Содержание главных ионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) определяли в Центре коллективного пользования «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов» при ИВЭП ДВО РАН.

В работе использованы опубликованные материалы Росгидромета, совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов [9–12], при оценке степени загрязненности воды – предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде объектов рыбохозяйственного значения [13].



Рисунок. Схема расположения пунктов наблюдений на р. Аргунь.
Fig. The Argun River observation points location scheme.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав вод р. Аргунь формируется преимущественно водами степных и лесостепных рек. Большие различия в содержании растворенных веществ в водах притоков, наряду с активизацией хозяйственной деятельности в китайской части бассейна, определяют своеобразие качества вод этого водотока.

По данным Забайкальского УГМС кислородный режим р. Аргунь в период открытого русла удовлетворительный. В 1962–1975 гг. содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах 5,84–14,92 мг/дм³ (68–106 % нас.), в 2011–2012 гг. 6,54–10,1 мг/дм³ [10, 11]. Зимой нередко наблюдается его дефицит: в 1963–1965 гг. содержание растворенного кислорода составляло 2,57–3,03 мг/дм³, в 2000 г. 1,37–1,99 мг/дм³ [6]. В 2011 г. в условиях крайне низкого стока (при расходе воды у с. Кути 1,07 м³/с) – 1,88 мг/дм³ [10]. Наименьшее значение – до 0,62 мг/дм³ – отмечалось в протоке Прорва у пос. Молоканка в феврале 2006 г. [4]. В 2016–2017 гг. из-за увеличения водности р. Хайлар, обусловленного регулированием некоторых притоков в отрогах хр. Большой Хинган, дефицит кислорода в воде р. Аргунь не наблюдался [3].

Значения рН варьируют в значительных пределах: 6,75–8,65. Сезонные закономерности не выявлены. Максимальные значения, свидетельствующие о «цветении» воды, отмечаются в маловодные годы. В многоводном 2013 г. значения рН изменялись от 7,10 до 7,45 [12].

Концентрации главных ионов – повышенные, варьируют в широких пределах (табл. 1). Наименьшие значения в основном отмечаются в паводки, реже – в летнюю межень. Иногда содержание солей в паводки возрастает: в 1963 г. при повышении расходов воды с 630 до 1200 м³/с значение минерализации возросло с 99,9 до 132,3 мг/дм³ [14]. Максимальная ее величина наблюдается зимой вследствие процессов криогенного концентрирования (до 1674 мг/дм³ у с. Усть-Уров в 1958 г.). Большие различия в значениях минерализации отмечаются по длине реки: в период с 2000 по 2005 гг. средние за год величины у пос. Кути зафиксированы в пределах 223–474 мг/дм³, а среднее значение составило 354 мг/дм³, у пос. Олочи 194–313 и 264 мг/дм³ соответственно [7]. В 2016–2017 гг. минерализация воды р. Аргунь в районе пос. Молоканка и Олочи изменялась от 132 до 369 мг/дм³, пос. Кути – от 271 до 883 мг/дм³ [3].

В летнюю межень 2018 г. минерализация воды р. Аргунь по длине реки варьировала в значительных пределах (табл. 2). Наибольшие значения, обусловленные, по-видимому, добычей полезных ископаемых, наблюдались в районе пос. Капцагайтуй. Ниже по течению минерализация воды снижалась более чем в два раза, достигая в районе о. Аникинский наименьшего значения. Такое резкое снижение содержания солей могло быть вызвано влиянием рек Гэньхе и Дэрбул, дренирующих покрытые лесом западные склоны хр. Большой Хинган. После впадения рек Урулюнгуи, Верхняя Борзя и др., формирующих химический состав своих вод в степях и лесостепях и поэтому характеризующихся повышенной минерализацией вод (до 500 мг/дм³) [5], содержание солей в воде р. Аргунь вновь возрастает и изменяется в более узких пределах (табл. 2). В свою очередь поступление вод

рек Газимур, Урюмкан и др., дренирующих покрытые лиственницей отроги Борщовочного, Газимурского и других хребтов, может вызвать снижение минерализации воды р. Аргунь.

Таблица 1. Содержание растворенных веществ в воде р. Аргунь у пос. Олочи в 1962–1975 гг.

Table 1. The dissolved matter content in the Argun River water near Olochy in 1962–1975

Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	M	Fe _{общ}	ЦВ	ПО
мг/дм ³							градус	мг О/дм ³
Зимняя межень								
<u>25,6–56,9</u> 38,0	<u>4,5–47,7</u> 17,7	<u>101,9–555,7</u> 257,6	<u>12,3–85,4</u> 33,9	<u>4,6–144,8</u> 37,7	<u>203,2–1135,2</u> 460,3	<u>0,0–0,67</u> 0,18	<u>1–45</u> 16	<u>4,6–26,2</u> 10,6
Весеннее половодье								
<u>9,3–23,0</u> 15,6	<u>2,1–9,6</u> 4,8	<u>67,1–109,2</u> 77,9	<u>5,1–24,2</u> 12,6	<u>2,2–22,8</u> 7,2	<u>95,7–198,0</u> 132,1	<u>0,01–0,20</u> 0,08	<u>8–68</u> 25	<u>6,4–24,6</u> 13,3
Дождевой паводок								
<u>10,5–16,8</u> 13,2	<u>2,2–6,7</u> 3,9	<u>36,6–88,4</u> 62,0	<u>4,4–27,0</u> 6,5	<u>2,0–8,9</u> 3,9	<u>57,0–153,2</u> 101,1	<u>0,01–0,21</u> 0,09	<u>8–80</u> 49	<u>5,7–19,5</u> 13,4
Летне-осенняя межень								
<u>13,9–20,1</u> 13,5	<u>3,3–7,8</u> 4,5	<u>64,0–116,5</u> 84,6	<u>5,9–14,0</u> 8,7	<u>2,1–16,1</u> 5,5	<u>98,4–176,9</u> 133,4	<u>0,01–0,25</u> 0,07	<u>4–50</u> 19	<u>5,1–16,0</u> 9,7

Примечание: М – минерализация; ЦВ – цветность воды; ПО – перманганатная окисляемость; числитель – интервал концентраций; знаменатель – среднее значение.

По данным Забайкальского УГМС за 1962–1975 гг. ионный состав вод р. Аргунь характеризовался преобладанием HCO₃⁻ (24–47 %-экв). Природные особенности территории обуславливают доминирование среди катионов Ca²⁺ (25–36 %-экв), реже Na⁺ (до 25 %-экв). В маловодные годы (1973–1975 гг.) в воде в основном преобладал Na⁺, в многоводные (1968–1970 гг.) Ca²⁺. Следует отметить, что Na⁺ часто доминировал в зимнюю межень, когда содержание HCO₃⁻ превышало 240 мг/дм³, а также в половодье, когда с талыми снеговыми водами с поверхности водосбора выносилось большое количество солей [14]. Содержание Mg²⁺ находилось в пределах 6–20 %-экв, SO₄²⁻ и Cl⁻ редко превышало 13 и 5 %-экв соответственно.

В летнюю межень 2018 г. среди основных ионов наибольшей амплитудой колебаний концентраций характеризовались Na⁺, SO₄²⁻ и Cl⁻, т. е. ионы антропогенного генезиса (табл. 2). Наибольшее содержание SO₄²⁻, в основном обусловленное окислением сульфидных минералов в отвалах пустых пород горнодобывающих предприятий [15], отмечается в районе пос. Капцегайтуй. Влияние хозяйственно-бытовых сточных вод поселений этой части бассейна Аргуни, как российской, так и китайской, проявляется в повышении содержания Na⁺ и Cl⁻. Здесь среди катионов в речной воде до-

минирует Na^+ (38 %-экв), второе место занимает Ca^{2+} (36 %-экв). В анионном составе наиболее заметно преобладание HCO_3^- (71 %-экв), далее следует Cl^- (17 %-экв). Ниже по течению относительное содержание Na^+ и Cl^- снижается до 26–35 %-экв и 7–12 %-экв соответственно, а Ca^{2+} и HCO_3^- возрастает до 39–45 %-экв и 79–84 %-экв соответственно. Поэтому по химическому составу вода р. Аргунь в основном относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция (редко натрия), первому типу [16].

Таблица 2. Содержание основных ионов и минерализации в воде р. Аргунь, июнь 2018 г.

Table 2. The main ions content and mineralization in the Argun River water, June 2018

Пункт	Показатель, мг/дм ³								
	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	M
пос. Абагатуй	7,21	22,7	3,0	28	10,1	171	12,0	15	262
пос. Капчагайтуй	7,25	39,4	4,4	32	12,6	232	32,0	30	382
пос. Староцурухайтуй	7,29	26,7	3,6	28	12,0	183	16,6	15	285
о. Аникинский	7,22	16,0	1,9	19	6,0	110	6,5	8	167
пос. Приаргунск	7,18	23,6	2,9	23	8,6	146	12,0	12	228
пос. Новоцурухайтуй	7,32	19,2	2,2	19	7,5	124	9,9	8	190
пос. Зоргол	7,56	17,4	1,9	26	10,0	134	6,3	17	213
пос. Аргунск	7,61	18,7	2,3	28	11,0	159	9,4	12	240

Содержание минеральных форм азота в воде р. Аргунь в целом невысокое. В 1949–1985 гг. концентрации аммонийного и нитратного азота у пос. Кайластуй изменялись от значений ниже предела обнаружения до 0,80 и 0,23 мг N/дм³ соответственно [17]. Максимальные концентрации этих форм азота отмечаются в зимнюю межень в верхней части р. Аргунь. При этом в условиях дефицита растворенного кислорода, вызванного низким качеством воды р. Хайлар, может наблюдаться загрязнение вод р. Аргунь аммонийным и нитритным азотом. В 2011 г. содержание аммонийного азота у пос. Кути превышало значение ПДК в 1,6 раза [10], в ноябре 2017 г. в районе пос. Молоканка – в 1,8 раза [3]. В зимнюю межень в 2008, 2012 и 2013 гг. концентрация этого вещества в р. Аргунь между пос. Молоканка и Кути была менее 0,47 мг/дм³ [9–12], т. е. не превышала значения ПДК. Наибольшее загрязнение нитритным азотом (11,8 ПДК) отмечалось в феврале 2015 г. в районе пос. Молоканка [18]. Содержание нитратного азота в зимнюю межень изменялось в более широких пределах (<0,04–1,37 мг N/дм³). Определенные закономерности в распределении концентрации нитратного азота по длине реки отсутствуют: в 2008 г. максимальное значение отмечено у пос. Кути, в 2013 г. – у пос. Олочи, в 2011 и 2012 гг. различия отсутствовали [9–12]. В период открытого русла содержание минеральных форм азота в основном находится ниже предела обнаружения.

По данным Росгидромета, концентрация минерального фосфора в 1949–1985 гг. изменялась от значений ниже предела обнаружения до 0,218 мг/дм³ [17]. В зимнюю межень 2008 г., 2011–2013 гг. значения варьировали от 0,014 до 0,250 мг/дм³, среднее составляло 0,082 мг/дм³. В период открытого русла диапазон концентраций был значительно меньше (<0,01–0,10 мг/дм³) [9–12]. Определенные закономерности в распределении концентрации этого вещества по длине и ширине реки отсутствуют.

Содержание органического вещества варьирует в широких пределах (табл. 1). В 1949–1985 гг. максимальные значения цветности и перманганатной окисляемости (ПО) отмечались в период весеннего половодья и в паводки (до 94 градусов цветности и 29 мг О/дм³ соответственно). В зимнюю и летнюю межень цветность воды изменялась от 0 до 46 градусов цветности [17]. В зимнюю межень 2008 г., 2011–2013 гг. значения ПО находились в пределах 3,6–10,9 мг О/дм³ [9–12], среднее значение – 5,3 мг О/дм³. В отдельные годы из-за поступления сточных вод в русловую сеть может наблюдаться повышение концентрации органического вещества в нижнем течении: так, в 2008 г. в три раза на участке между пос. Кути и Олочи. В период открытого русла значения ПО в 2008 г., 2011–2013 гг. варьировали в более широких пределах (4,3–21,6 мг О/дм³), среднее значение было в 1,7 раза выше, чем зимой. Содержание органического вещества по ширине реки распределялось относительно равномерно, по длине – максимальные значения, обусловленные, вероятно, высокой водностью рек Гэньхе, Урулюнгуй, Дэрбул и др. (расходы воды ниже пос. Кути возросли с 123 до 516 м³/с), наблюдаются на р. Аргунь у пос. Олочи.

Как свидетельствуют наблюдения во время исторического паводка в 2013 г. на р. Амур у г. Хабаровска [19], максимальное содержание органического вещества отмечалось на его подъеме, наименьшее – на спаде. В меженный период максимальным содержанием органического вещества характеризуется район пос. Молоканка или пос. Кути. Более высокие значения ПО в воде р. Аргунь в этом районе могут наблюдаться на спаде паводков на ее притоках. Так, в июне 2011 г. в районе пос. Кути при расходе воды р. Аргунь 87,3 м³/с величина ПО в среднем составляла 13,4 мг О/дм³, а в районе пос. Олочи при расходе 211 м³/с – 10,7 мг О/дм³ [10].

Широким диапазоном концентраций характеризуется содержание марганца. Обычно максимальные его концентрации наблюдаются при дефиците кислорода зимой за счет поступления из донных отложений. Наибольшее содержание отмечено в феврале 2011 г. у пос. Олочи – 1050 мкг/дм³ (105 ПДК) [10]. В 2012–2013 гг. значения были ниже (146–255 мкг/дм³) [8–9], в 2017 г. – 439 мкг/дм³ [3]. В период открытого русла концентрации изменяются также в широких пределах: 50–440 мкг/дм³ [9–12]. Наибольшие значения наблюдались в октябре 2013 г. у пос. Молоканка в ле-

вобережной части реки [12]. Ниже по течению содержание этого металла в воде снижается до 110 мкг/дм^3 , менее заметными становятся и различия по ширине реки [11]. Повышенные концентрации (до 296 мкг/дм^3) отмечены в этой части р. Аргунь у пос. Кути летом 2008 г. [9]. Такие уровни концентраций этого металла в воде в период открытого русла могут быть обусловлены как влиянием горнодобывающих предприятий, так и природными условиями территории. Нельзя также исключить и методические различия в определении (использование нефльтрованных или фильтрованных на бумажных фильтрах проб воды), что повышает значения за счет растворения подвижной части взвешенной формы в процессе анализа. Известно, что более половины растворенного марганца мигрирует в виде тонкодисперсной взвеси во фракции $0,10\text{--}0,45 \text{ мкм}$. В воде р. Буряя у пос. Новобурейский в 2011–2014 гг. содержание этого вещества находилось в пределах $1,1\text{--}56,4 \text{ мкг/дм}^3$ [20].

Сезонная динамика содержания общего железа подобна динамике марганца. В 1949–1985 гг. его концентрации у пос. Кайластуй в половодье изменялись в пределах $10\text{--}890 \text{ мкг/дм}^3$, в паводки $10\text{--}690 \text{ мкг/дм}^3$, в зимнюю межень $20\text{--}1600 \text{ мкг/дм}^3$ [17]. Максимальное значение (5300 мкг/дм^3) отмечалось в условиях дефицита кислорода в 2006 г. у пос. Кути [6]. В 2008 г., 2011–2013 гг. содержание железа зимой варьировало от 110 до 1100 мкг/дм^3 , в период открытого русла – от 10 до 1080 мкг/дм^3 [9–12]. Наибольшие значения отмечены в мае в многоводном 2013 г. В мае 2017 г. максимальное содержание железа в районе пос. Молоканка составляло 540 мкг/дм^3 (5,4 ПДК) [3]. Повышенные концентрации железа в воде р. Аргунь, как и марганца, в период открытого русла обусловлены его миграцией преимущественно с тонкодисперсным веществом, т. е. в условно растворенной форме (фильтрат $< 0,45 \text{ мкм}$). В воде р. Амур у Хабаровска, например, содержание растворенного железа в 2011–2015 гг. варьировало от 70 до 500 мкг/дм^3 , среднее значение составляло 130 мкг/дм^3 . Максимальная концентрация наблюдалась в 2013 г. на подъеме исторического паводка [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди крупных водотоков бассейна Амура воды р. Аргунь характеризуются повышенным содержанием главных ионов и значительными амплитудами их колебаний, слабощелочной величиной pH, в некоторые периоды – гидрокарбонатно-натриевым составом.

Зимняя межень выделяется максимальным содержанием главных ионов и дефицитом растворенного кислорода, обуславливающим загрязнение вод аммонийным, нитритным, азотом, соединениями железа и марганца, повышенными концентрациями нитратного азота. В период открытого русла содержание главных ионов резко снижается, достигая наименьших значений в дождевые паводки. Содержание минеральных форм азота,

в основном, находится ниже предела обнаружения, в динамике органического вещества максимум содержания отмечается во время весеннего половодья, минимум – в летне-осеннюю межень.

По длине р. Аргунь содержание солей распределено неравномерно. В летнюю межень наибольшие их концентрации отмечаются в верхнем течении реки, дренирующей лесостепные и степные ландшафты, наименьшие – ниже впадения рек Дербул и Гэньхэ, формирующих химический состав своих вод на западных склонах хребта Большой Хинган в Китае.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Дальневосточного управления УГМС за отбор проб воды в июне 2018 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Верхний и Средний Амур. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 1. 782 с.
2. Болгов М.В., Фролова Н.А. Водный режим реки Аргунь и озера Далайнор в условиях антропогенного воздействия // География и природные ресурсы. 2012. № 4. С. 21–27.
3. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2017 год. Чита: Министерство природных ресурсов Забайкальского края. 2018. 240 с.
4. Зима Ю.В., Никифорова Г.И. Состояние качества вод р. Аргунь // Природные процессы и проблемы геосферных исследований: мат-лы науч. конф. Чита: ИПРЭК, 2006. С. 179–181.
5. Жульбыбина Т.В. Гидрохимический режим водотоков Читинской области // География и природные ресурсы. 2010. № 1. С. 99–102.
6. Никифорова Г.И., Попова Т.А. Тенденция изменения качества поверхностных вод на территории Читинской области // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования: мат-лы науч. конф. Чита: ЧИПР, 2001. С. 141–142
7. Цыбекмитова Г.Ц. Гидрохимическая характеристика реки Аргунь и ее водотоков по результатам экспедиционных исследований // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 11. С. 246–251.
8. РД. 52.18.596. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды, с изменениями № 1 к РД 52.18.595-96.
9. Оценка данных совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2008 году. Южно-Сахалинск: Росводресурсы. 2009. 108 с.
10. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2011 году. Хабаровск: Росводресурсы. 2012. 122 с.
11. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2012 году. Хабаровск: Росводресурсы. 2013. 240 с.
12. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2013 году. Хабаровск: Росводресурсы. 2014. 158 с.
13. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных

- веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г., № 552.
14. Шестеркин В.П. Сезонная и пространственная изменчивость химического состава вод верхнего Амура // Региональные проблемы. 2016. Т. 19. № 2. С. 35–42.
 15. Шевцов М.Н., Караванов К.П., Махинов А.Н., Кулаков В.В., Мордовин А.М., Шамов В.В., Шестеркин В.П. Водные ресурсы горнорудных районов и их преобразование. Хабаровск. 1998. 159 с.
 16. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 1970. 444 с.
 17. Погодаев Г.И. Содержание биогенных и органических элементов в речных водах бассейна реки Амур // Формирование вод суши юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВО РАН СССР. 1998. С. 127–140.
 18. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2015 год. Чита: Министерство природных ресурсов и промышленной политики Забайкальского края. 2016. 215 с.
 19. Шестеркин В.П. Изменение химического состава вод Амура в период исторического наводнения в 2013 году // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 3, С. 287–296.
 20. Шестеркина Н.М., Шестеркин В.П. Микроэлементы в воде притоков Нижне-Бурейского водохранилища // Водное хозяйство России. 2016. № 3. С. 15–29.
 21. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Пространственная и сезонная динамика содержания железа в водах среднего Амура // Вестник ДВО РАН. 2016. № 5. С. 21–30.

Для цитирования: Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Сезонная и пространственная изменчивость химического состава воды реки Аргунь // Водное хозяйство России. 2019. № 2. С. 107–118.

Сведения об авторах:

Шестеркин Владимир Павлович, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИВЭП ДВО РАН), Россия, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 65; e-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

Шестеркина Нина Михайловна, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИВЭП ДВО РАН), Россия, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 65; e-mail: shesterkina@ivep.as.khb.ru.

SEASONAL AND SPATIAL VARIABILITY OF THE ARGUN RIVER WATER CHEMICAL COMPOSITION

Vladimir P. Shesterkin, Nina M. Shesterkina

E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS, Khabarovsk, Russia

Abstract: The article discusses seasonal and spatial variability of the chemical composition of the waters of the Argun River which is the right component of the Amur river according to the Transbaikal АНЕМ (1962–1975 and 2016–2017), Russian-Chinese monitoring (2008, 2011–2013) and expeditionary observations in June 2018.

The maximum concentrations of the main ions, mineral forms of nitrogen, iron compounds and manganese due to a deficiency of dissolved oxygen occur during the winter low water period mainly in the upper part of the river. During the open channel period, the concentrations

of nitrogen mineral forms was below the detection limit, the content of organic substances reaches the lowest values during the summer-autumn low-water period, and the main ions – in rain floods. We found differences in the main ions content along the river length caused by the natural and climatic features of the territory and economic activities in the catchment area. In 2018, observation of the river between Abagatuy and Priargunsk villages established the spatial variability of the main ions concentrations during the summer low water. The highest content of major ions due to mining is typical for the upper part of the river, the smallest – for the part of the river below the confluence of the Ganhe and Derbul rivers, which form the chemical composition on the western spurs of the Greater Khingan Range. An increase in the salt content in the water of the Argun River below the mouths of the rivers Urulyungui, Verkhnyaya Borzya and others draining the steppe and forest-steppe landscapes was noted. Key words: Argun River, water chemical composition, mineralization, main ions, biogenic and organic substances.

Key words: Argun River, water chemical composition, mineralization, main ions, biogenic and organic substances.

About the authors:

Vladimir P. Shesterkin, PhD of Geography, Leading Researcher, Institute of Water and Ecological Problems, Far Eastern Branch of Russian Academy of Science, 56, Dikopoltsev St., Khabarovsk, 680000, Russia; e-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru.

Nina M. Shesterkina, Senior Researcher, Institute of Water and Ecological Problems, Far Eastern Branch of Russian Academy of Science, 56, Dikopoltsev St., Khabarovsk, 680000, Russia; e-mail: shesterkina@ivep.as.khb.ru.

For citation: V.P. Shesterkin, N.M. Shesterkina. Seasonal and Spatial Variability of the Argun River Water Chemical Composition // *Water Sector of Russia*. 2019. No. 2. P. 107-118.

REFERENCES

1. Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Verhniy i sredniy Amur. [Resources of surface waters of the USSR. The Upper and Middle Amur] L.: Gidrometeoizdat, 1966. T. 18. Dalniy Vostok. Vyp. 1. 782 s.
2. Bolgov M.V., Frolova N.L. Vodnyy rezhim reki Argun' i ozera Dalaynor v usloviyah antropogennogo vozdeystviya [The Argun River and the Lake Dalaynor water regime under the anthropogenic impact] // *Geografiya i prirodnye resursy*. 2012. № 4. S. 21–27.
3. Doklad ob jekologicheskoj situacii v Zabajkal'skom krae za 2017 god [Report on the ecological situation in Transbaikal Krai in 2017]. Chita: Ministerstvo prirodnyh resursov Zabayka'skogo kraja. 2018. 240 s.
4. Zima Ju.V., Nikiforova G.I. Sostojanie kachestva vod r. Argun' [The Argun River water quality status] // *Prirodnye processy i problemy geosfernyh issledovaniy: mater. nauch. konf.* Chita: IPREK, 2006. S. 179–181.
5. Zhulbybina T.V. Gidrohimicheskiy rezhim vodotokov Chitinskoy oblasti [The Chita Oblast water courses hydro/chemical regime] // *Geografiya i prirodnye resursy*. 2010. № 1. S. 99–102.
6. Nikiforova G.I., Popova T.A. Tendenciya izmeneniya kachestva poverkhnostnyh vod na territorii Chitinskoy oblasti [The surface waters changing trend on the territory of Chita Oblast] // *Prirodnye resursy Zabaykalya i problemy prirodopolzovaniya: Mater. nauch. konf.* Chita: ChIPR, 2001. S. 141–142.
7. Cybekmitova G.C. Gidrohimicheskaja kharakteristika reki Argun' i ee vodotokov po rezul'tatam ekspeditsionnykh issledovaniy [The Argun River and its watercourses hydro/chemical characteristics according the field investigations results] // *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy*. 2016. № 11. S. 246–251.

8. RD. 52.18.596. Federalniy perechen metodik vypolneniya izmereniy, dopushhennyh k primeneniyu pri vypolneniyi rabot v oblasti monitoringa zagryazneniya okruzhajushchej sredy, s izmeneniyami № 1 k RD 52.18.595-96 [Federal list of measurement methods permitted for environmental pollution monitoring with amendments to No k RD 52.18.595-96].
9. Otsenka dannyh sovместnogo rossiysko-kitajskogo monitoringa kachestva vod transgranichnyh vodnyh obyektov v 2008 godu. [Assessment of data of the joint Russian-Chinese monitoring of the transboundary water bodies water quality in 2008]. Yuzhno-Sakhalinsk: Rosvodresursy 2009. 108 s.
10. Itogovyy otchet o provedenii sovместnogo rossiysko-kitajskogo monitoringa kachestva vod transgranichnyh vodnyh obyektov v 2011 godu [Final report on joint Russian-Chinese monitoring of the transboundary water bodies water quality in 2011]. Habarovsk: Rosvodresursy. 2012. 122 s.
11. Itogovyy otchet o provedenii sovместnogo rossiysko-kitajskogo monitoringa kachestva vod transgranichnyh vodnyh obyektov v 2012 godu [Final report on joint Russian-Chinese monitoring of the transboundary water bodies water quality in 2012]. Khabarovsk: Rosvodresursy. 2013. 240 s.
12. Itogoviy otchet o provedeniyi sovместnogo rossiysko-kitajskogo monitoringa kachestva vod transgranichnykh vodnykh obyektov v 2013 godu. [Final report on joint Russian-Chinese monitoring of the transboundary water bodies water quality in 2013] Khabarovsk: Rosvodresursy. 2014. 158 s.
13. Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh obyektov rybohozjaystvennogo znachenija, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshhestv v vodakh vodnyh obyektov rybohozjaystvennogo znachenija (About approval of the fishery water bodies' water quality norms including maximal permissible norms of adverse substances concentrations in the fishery water body waters]. Prikaz Ministerstva sel'skogo hozjaystva Rossijskoj Federacii ot 13 dekabrja 2016 goda, № 552.
14. *Shesterkin V.P.* Sezonnaya i prostranstvennaya izmenchivost khimicheskogo sostava vod verkhnego Amura / [Seasonal and spatial variability of the Upper Amur water chemical composition] / Regionalniye problemy. 2016. T. 19. № 2. S. 35–42.
15. *Shevtsov M.N., Karavanov K.P., Mahinov A.N., Kulakov V.V., Mordovin A.M., Shamov V.V., Shesterkin V.P.* Vodnye resursy gornorudnykh rayonov i ikh preobrazovanie [Mining regions' water resources and their transformation]. Khabarovsk. 1998. 159 s.
16. *Alekin O.A.* Osnovy gidrokhimii. [Foundations of hydrochemistry] L.: Gidrometeoizdat. 1970. 444 s.
17. *Pogodaev G.I.* Soderzhanie biogennyh i organicheskikh jelementov v rechnyh vodakh basseyna reki Amur [The biogenic and organic elements' content in the Amur River basin river waters] // Formirovanie vod sushi yuga Dalnego Vostoka. Vladivostok: DVO RAN SSSR. 1998. S. 127–140.
18. Doklad ob yekologicheskoy situatsyi v Zabaykalskom krae za 2015 god. [Report on the ecological situation in Transbaikal Krai in 2015] Chita: Ministerstvo prirodnykh resursov i promyshlennoy politiki Zabaykalskogo kraja. 2016. 215 s.
19. *Shesterkin V.P.* Izmenenie khimicheskogo sostava vod Amura v period istoricheskogo navodneniya v 2013 godu [The Amur River water chemical composition changes during the 2013 historical inundation period] // Vodnye resursy. 2016. T. 43. № 3, S. 287–296.
20. *Shesterkin V.P., Shesterkina N.M.* Prostranstvennaya i sezonnaya dinamika sodержaniya zheleza v vodakh srednego Amura [Spatial and seasonal dynamics of the iron content in the Middle Amur water] // Vestnik DVO RAN. 2016. № 5. S. 21–30.
21. *Shesterkina N.M., Shesterkin V.P.* Mikroyelementy v vode pritokov Nizhne-Bureyskogo vodokhranilishcha [Microelements in the Verkhne-Bureya Reservoir tributaries' water] // Vodnoe khozjaystvo Rossii. 2016. № 3. S. 15–29.