

СЕЗОННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ВЕРХНЕГО АМУРА

В.П. Шестеркин

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

Рассмотрена сезонная и пространственная динамика содержания растворенных веществ в водах верхнего Амура. Дана гидрохимическая характеристика основных его составляющих – рр. Аргунь и Шилка. Показаны значительные вариации содержания главных ионов в зимнюю межень, органических веществ и железа общего – в период половодья. Установлена незначительная изменчивость химического состава вод верхнего Амура по длине в паводки.

Ключевые слова: *средний Амур, Аргунь, Шилка, минерализация, биогенные и органические вещества.*

Верхний Амур – участок р. Амур длиной 883 км выше г. Благовещенска, химический состав вод которого в основном формируется водами рр. Шилка и Аргунь, меньше – рр. Хумахэ, Амурхэ, Амазар и др. Площадь водосбора составляет 370 000 км³, среднемноголетний годовой сток – 900 м³/с. Основной объем стока проходит в весенне-летний период (86,3%), зимний составляет 1,5% [8].

Бассейн верхнего Амура охватывает территорию Забайкальского края и Амурской области (Российская Федерация), автономного района Внутренняя Монголия и провинции Хэйлунцзян (Китай), аймаков Хентий, Туве, Дорнод и Сухэ-Батор (Монголия). Активное освоение земель китайской части бассейна (урбанизация, мелиорация и др.), использование вод верхнего Амура для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Благовещенска и поселений определило особую значимость изучения химического состава его вод.

Гидрохимическая изученность верхнего Амура низкая. Мониторинг качества воды осуществляется Росгидрометом у левого берега Амура близ с. Черняево и г. Благовещенска, что недостаточно для такого протяженного участка. Опубликованные ранее материалы о химическом составе его вод [9, 14] в последние годы дополнены новыми данными, которые позволили получить более полную картину о пространственной и сезонной изменчивости их химического состава.

Объекты и методы

Исследования проводились в июле 2009 г. на участке Амура между устьем р. Амазар и г. Бла-

говещенском на фарватере через каждые 50 км (рис. 1). Пробы воды отбирались с поверхности. Аналитические работы осуществлялись по общепринятым при гидрохимических работах методам [13]. В экспедиционных условиях определяли величину рН. Химический анализ проб воды на содержание главных ионов (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻), биогенных (NO₃⁻, NH₄⁺, HPO₄²⁻, Fe_{общ.}) и органических (перманганатная окисляемость (ПО), цветность) веществ проводили в ЦКП «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов» (№ РОСС RU 0001 515988) при ИВЭП ДВО РАН.

В работе использованы опубликованные материалы Росгидромета, совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Гидрохимическая характеристика рек Аргунь и Шилка – составляющих верхнего Амура

Химический состав вод р. Аргунь (Хайлар) в основном формируется водами рек степной и лесостепной зон. Большие различия в содержании растворенных веществ в водах притоков наряду с активной хозяйственной деятельностью в китайской части бассейна определяют своеобразие химического состава вод. В последние годы к качеству вод р. Аргунь было привлечено внимание из-за переброски части стока в оз. Далайнор.

Кислородный режим в период открытого русла удовлетворительный. В 1962–1975 гг. содержание кислорода находилось в пределах 5,84–14,92 мг/дм³ (68–106% нас.), в 2011–2012 г. –

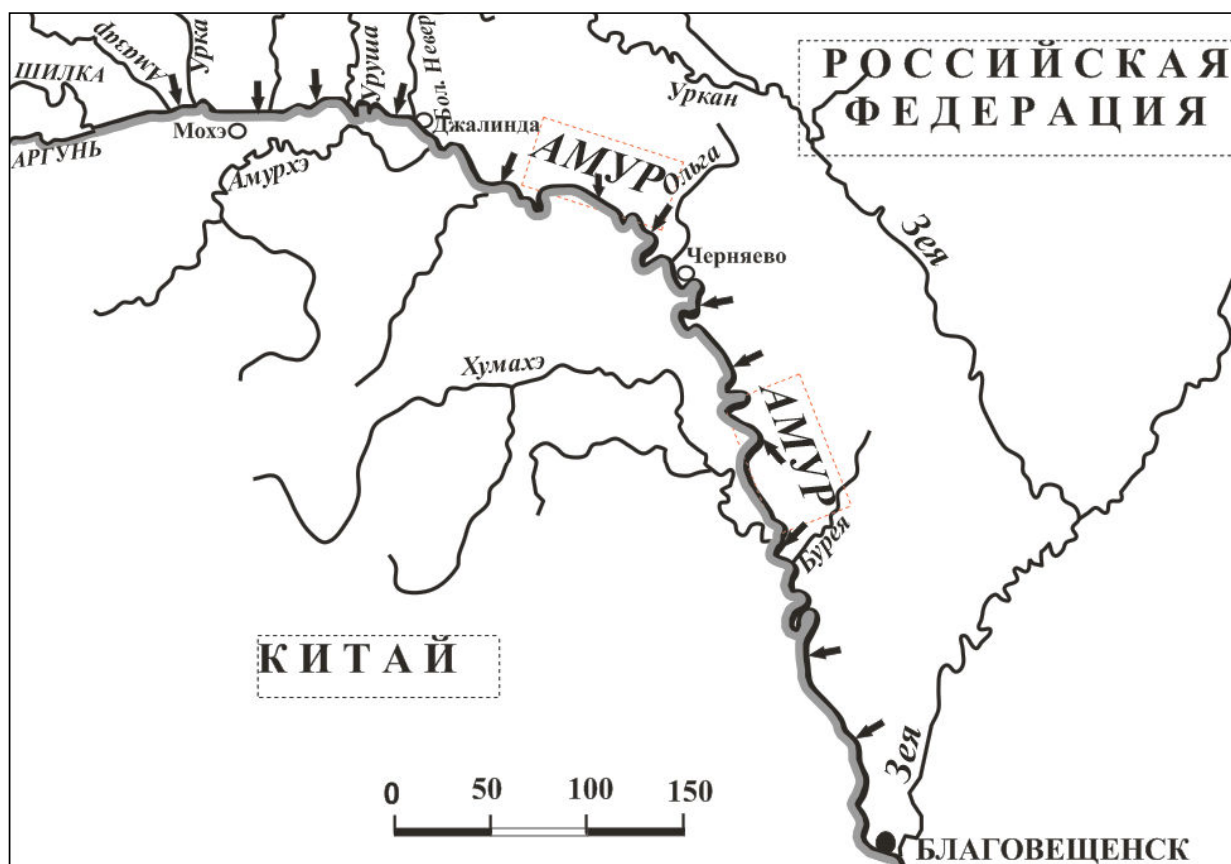


Рис. 1. Схема расположения пунктов наблюдений на верхнем Амуре

Fig.1. Scheme of the observation posts location on the upper Amur

6,54–10,1 мг/дм³ [5, 6]. Зимой нередко наблюдался дефицит кислорода: в 1963–1965 гг. содержание составляло 2,57–3,03 мг/дм³, в 2000 г. – 1,37–1,99 мг/дм³ [10]. Более низкая концентрация (до 0,62 мг/дм³) отмечалась у пос. Молоканка в феврале 2006 г. [4].

Значения pH варьируют в больших пределах (6,75–8,65). Сезонные закономерности отсутствуют. Максимальные величины, свидетельствующие о «цветении» вод, отмечались в маловодные годы. В многоводном 2013 г. они изменялись от 7,10 до 7,45 [6].

Ионный состав характеризуется преобладанием НСО₃⁻ (24–47%-экв). Природные особенности территории обуславливают доминирование среди катионов Са²⁺ (25–36%-экв), реже Na⁺ (до 25%-экв). В маловодные годы (1973–1975) в воде в основном преобладал Na⁺, в многоводные годы (1968–1970) – Са²⁺. Натрий часто доминировал зимой, когда содержание НСО₃⁻ превышало 240 мг/дм³, а также в половодье, когда талыми снеговыми водами с поверхности водосбора выносилось много солей. Содержание Mg²⁺ находилось в пределах 6–20%-экв, SO₄²⁻ и Cl⁻ редко превышало 13 и 5%-экв соответственно. Поэтому по химиче-

скому составу вода относится к гидрокарбонатно-му классу, группе кальция или натрия, I типу [1].

Концентрации главных ионов повышенные, изменяются в широких пределах (табл. 1). Наименьшие значения в основном отмечаются в паводки, реже – летнюю межень. Иногда содержание солей в паводки возрастает: в 1963 г. при повышении расходов воды с 630 до 1200 м³/с ее минерализация возросла с 99,9 до 132,3 мг/дм³. Зимой значение минерализации достигает максимума (до 1674 мг/дм³ у с. Усть-Уров в 1958 г.).

Содержание аммонийного и нитратного азота невысокое. В 1949–1985 гг. их значения у с. Кайластуй изменялись от предела обнаружения до 0,8 и 0,23 мг N/дм³ соответственно.

Максимум концентраций этих форм азота отмечается зимой: в 2012–2013 гг. у с. Олочи достигало 0,56 и 0,54 мг N/дм³ соответственно [5, 6]. В период открытого русла содержание аммонийного и нитратного азота находится ниже предела обнаружения. Более широко варьирует содержание минерального фосфора – от предела обнаружения до 0,22 мг P/дм³ [11], причем сезонные закономерности в его содержании отсутствуют.

Таблица 1

Содержание растворенных веществ в воде р. Аргунь у с. Олоча в 1962–1975 гг.

Table 1

Content of dissolved substances in the Argun River water at the village of Olocha 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, числитель – интервал концентраций, знаменатель – среднее значение

Значения ПО средние и повышенные, химическое потребление кислорода (ХПК) высокое и очень высокое (23–90 мг О/дм³). Максимальное содержание органического вещества отмечается в половодье и в паводки (табл. 1).

В широком диапазоне изменяется содержание Mn. Наибольшие значения отмечаются зимой вследствие поступления из донных отложений в воду в условиях дефицита кислорода. В феврале 2011 г. содержание Mn у с. Олочи достигало 1,05 мг/дм³ [3]. В 2012–2013 гг. значения были меньше (0,146–0,255 мг/дм³). В период открытого русла содержание Mn в основном находилось ниже 0,11 мг/дм³, лишь в многоводном 2013 г. достигало 0,279 мг/дм³ [7].

Сезонная динамика содержания Fe_{общ.} подобна динамике Mn. В 1949–1985 гг. его концентрация у с. Кайластуй в половодье изменялась в пределах 0,01–0,89 мг/дм³, в паводки – 0,01–0,69 мг/дм³, в зимнюю межень – 0,02–1,60 мг/дм³ [11]. Максимальное значение (5,3 мг/дм³) отмечалось при дефиците кислорода в 2006 г. у с. Кути [4]. В 2011–2013 гг. содержание Fe_{общ.} у с. Олочи в зимнюю межень изменялось от 0,11 до 0,36 мг/дм³, в период открытого русла – от 0,04 до 0,46 мг/дм³.

Наибольшие значения отмечались в многоводном 2013 г. [5–7].

Химический состав вод р. Шилка в основном формируется водами рек степной зоны на юго-востоке и таежной зоны – севере Забайкалья. На качество речных вод большое влияние оказывают сточные воды гг. Чита, Шилка и Сретенск [2, 3]. Река Онон – основной приток, характеризуется низкими минерализацией (59,9–82,3 мг/дм³) и содержанием соединений азота и органических веществ [20].

Кислородный режим Шилки не отличается от Аргуни. Зимой иногда наблюдается дефицит растворенного в воде кислорода: в 1966 и 1972 гг. концентрация достигала 3,8 и 3,1 мг/дм³ соответственно. В период открытого русла значения в основном изменялись от 6,20 до 14,92 мг/дм³ (77–106% нас.).

В анионном составе воды резко выражено доминирование HCO₃⁻ (36–47%-экв). Иногда относительное его содержание снижается до 30% экв. Среди катионов преобладает Ca²⁺ (23–38%-экв). Меньше в воде содержится Mg²⁺ (7–20%-экв), SO₄²⁻ (< 9%-экв) и Cl⁻ (<13%-экв). По химическому составу вода в основном относится к гидрокар-

бонатному классу, группе кальция, I типу [1], по величине рН является нейтральной или слабощелочной. Наиболее низкие значения (6,25–7,55) отмечаются зимой, повышенные (до 7,90) – в период открытого русла.

Сезонные изменения минерализации воды (табл. 2) по сравнению с р. Аргунь менее значительны, сильно зависят от водности [14]. Максимальные значения могут наблюдаться как зимой, так и в паводки. В 1966 г. при увеличении расходов воды с 546 до 1200 м³/с отмечалось повышение ее минерализации с 87,9 до 181,1 мг/дм³. На спаде наводнения в ноябре 2013 г. она достигала 173,6 мг/дм, в то время как в январе 2014 г. – 162,5 мг/дм³.

В больших пределах изменяется содержание биогенных веществ. В 1949–1985 гг. содержание аммонийного азота у г. Сретенска было в пределах 0,1–2,0 мг N/дм³, нитратного азота – 0,01–0,84 мг N/дм³, фосфора – 0,001–0,44 мг P/дм³ [11]. Максимальные концентрации аммонийного азота отмечались зимой 2008 и 2009 гг. (до 3,59 и 3,7 мг N/дм³ соответственно) [2]. В последние годы его содержание не превышает 1,05 мг N/дм³ [3], в отдельные месяцы – 0,20 мг N/дм³. Концентрация фосфора находится ниже предела обнаружения.

Значения ПО зимой низкие и средние, в дождевые паводки и половодье иногда повышенные. Цветность воды зимой в основном ниже 10°, в

половодье и паводки превышает 100°. В широких пределах изменяется содержание железа (табл. 2).

Таким образом, воды рр. Аргунь и Шилка характеризуются повышенным содержанием главных ионов и значительными амплитудами их колебаний, слабощелочной величиной рН, гидрокарбонатно-кальциевым (реже натриевым) составом, дефицитом растворенного кислорода, повышенными концентрациями железа и марганца в зимнюю межень, органических веществ – в половодье и в дождевые паводки.

Изменчивость химического состава вод верхнего Амура

Верхний Амур в отличие от среднего и нижнего его участков характеризуется очень малой водностью. Наиболее низкие значения стока (до 20,5 м³/с) наблюдаются в зимнюю межень [17]. Поэтому резкие различия в содержании растворенных веществ в водах рр. Шилка и Аргунь в это время в амурской воде сглаживаются. По длине реки содержание солей постепенно снижается (табл. 3) из-за разбавления менее минерализованными водами рр. Амазар, Бол. Невер (возможно Хумархэ), дренирующих северные склоны Большого Хингана.

Дефицит кислорода в период ледостава отсутствует [15]. Среднемноголетнее его содержание в воде у с. Черняево составляет 6,4 мг/дм³, г. Благовещенска – 9,4 мг/дм³. Наши исследования в 2002 г. у Благовещенска свидетельствуют о

Таблица 2
Химический состав вод р. Шилка у г. Сретенска в 1941–1944, 1947–1957, 1966–1975 гг.

Table 2
Chemical composition of the Shilka River water at the town of Sretensk in 1941–1944, 1947–1957, 1966–1975

| 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>17,1–56,0</u> 29,8 | <u>2,7–11,1</u> 6,8 | <u>75,0–199,2</u> 117,9 | <u>11,5–35,4</u> 17,9 | <u>1,5–18,9</u> 7,0 | <u>122,0–312,6</u> 197,4 | <u>0,01–0,44</u> 0,09 | <u>0–20</u> 6 | <u>1,5–8,0</u> 3,9 |
| Весеннее половодье | | | | | | | | |
| <u>5,9–17,8</u> 10,2 | <u>2,1–5,0</u> 2,7 | <u>21,1–112,8</u> 45,5 | <u>2,6–15,8</u> 7,4 | <u>1,8–11,0</u> 4,2 | <u>38,1–146,0</u> 77,0 | <u>0,01–0,85</u> 0,22 | <u>8–166</u> 61 | <u>2,5–28,9</u> 13,0 |
| Дождевой паводок | | | | | | | | |
| <u>4,3–16,0</u> 10,3 | <u>0,9–4,4</u> 2,5 | <u>18,3–83,8</u> 40,3 | <u>1,9–11,0</u> 6,5 | <u>0,8–7,3</u> 4,2 | <u>38,3–105,9</u> 65,9 | <u>0,05–0,91</u> 0,31 | <u>5–86</u> 43 | <u>2,0–17,3</u> 9,0 |
| Летне-осенняя межень | | | | | | | | |
| <u>8,9–25,7</u> 12,5 | <u>0,9–5,2</u> 3,3 | <u>31,7–112,0</u> 53,5 | <u>3,9–10,0</u> 7,8 | <u>0,8–8,4</u> 3,3 | <u>62,6–138,1</u> 82,0 | <u>0,01–0,64</u> 0,14 | <u>2–56</u> 21 | <u>2,0–16,8</u> 6,7 |

Chemical composition of the upper Amur water

| 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 | | | | | | | | |
| с. Черняево (Кумара), 1961–1983 гг. | | | | | | | | |
| <u>16,6–40,0</u> 28,3 | <u>6,1–21,5</u> 10,9 | <u>86,7–175,1</u> 120,1 | <u>8,0–26,8</u> 18,2 | <u>3,1–32,0</u> 12,7 | <u>142,7–313,0</u> 216,1 | <u>0,0–0,57</u> 0,10 | <u>4–62</u> 15 | <u>2,7–13,8</u> 6,3 |
| г. Благовещенск. 1964–1982 гг. | | | | | | | | |
| <u>15,4–33,0</u> 24,5 | <u>5,2–11,4</u> 7,4 | <u>80,6–147,0</u> 110,7 | <u>4,7–39,5</u> 17,6 | <u>1,3–22,8</u> 9,6 | <u>126,2–242,9</u> 185,0 | <u>0,0–0,40</u> 0,14 | <u>8–48</u> 17 | <u>2,8–7,6</u> 5,2 |
| Весеннее половодье | | | | | | | | |
| с. Черняево (Кумара) | | | | | | | | |
| <u>6,5–18,4</u> 11,0 | <u>1,4–8,0</u> 3,5 | <u>18,3–78,7</u> 43,4 | <u>1,3–17,3</u> 8,0 | <u>0,7–9,6</u> 4,1 | <u>39,5–115,3</u> 74,0 | <u>0,0–2,62</u> 0,55 | <u>28–220</u> 92 | <u>6,1–87,5</u> 26,5 |
| г. Благовещенск | | | | | | | | |
| <u>5,6–13,7</u> 10,2 | <u>0,5–6,7</u> 3,1 | <u>25,0–72,6</u> 46,2 | <u>3,3–12,3</u> 7,9 | <u>1,6–10,6</u> 4,1 | <u>41,4–126,2</u> 68,2 | <u>0,0–1,10</u> 0,38 | <u>30–200</u> 84 | <u>8,7–36,8</u> 19,9 |
| Дождевые паводки | | | | | | | | |
| с. Черняево (Кумара) | | | | | | | | |
| <u>6,8–10,9</u> 8,6 | <u>1,0–3,9</u> 2,7 | <u>21,3–54,9</u> 38,1 | <u>2,7–14,1</u> 7,4 | <u>0,4–3,9</u> 2,3 | <u>42,8–79,1</u> 61,5 | <u>0,0–0,89</u> 0,23 | <u>24–147</u> 85 | <u>9,0–24,8</u> 15,5 |
| г. Благовещенск | | | | | | | | |
| <u>7,2–12,2</u> 9,9 | <u>1,1–3,3</u> 2,4 | <u>15,3–51,2</u> 38,5 | <u>3,9–12,1</u> 6,8 | <u>0,7–5,7</u> 2,4 | <u>35,6–77,9</u> 58,0 | <u>0,0–0,84</u> 0,20 | <u>22–139</u> 58 | <u>7,5–22,1</u> 12,1 |
| Летне-осенняя межень | | | | | | | | |
| с. Черняево (Кумара) | | | | | | | | |
| <u>8,8–16,0</u> 12,6 | <u>2,2–9,7</u> 4,1 | <u>39,0–80,5</u> 59,1 | <u>4,1–23,5</u> 9,9 | <u>1,6–9,6</u> 3,6 | <u>59,2–148,9</u> 94,7 | <u>0,0–0,23</u> 0,11 | <u>4–90</u> 32 | <u>4,9–36,2</u> 12,2 |
| г. Благовещенск | | | | | | | | |
| <u>9,3–13,6</u> 11,5 | <u>0,5–4,7</u> 3,3 | <u>30,5–64,7</u> 50,5 | <u>3,4–11,5</u> 6,4 | <u>0,4–5,3</u> 2,7 | <u>49,5–98,8</u> 77,1 | <u>0,0–0,43</u> 0,10 | <u>10–84</u> 33 | <u>6,9–26,3</u> 12,0 |

равномерном распределении этого газа от левого берега до фарватера, повышенном его содержании (9,4–9,6 мг/дм³) [16]. По химическому составу вода в зимний период, так же как и в остальные фазы водного режима, незначительно отличается от состава вод р. Шилка.

Содержание аммонийного азота низкое. В марте 2002 г. его содержание в среднем составляло 0,01 мг N/дм³, от левого берега до фарватера распределялось равномерно [17].

Значения ПО низкие и средние, ХПК находится в пределах 8–33 мг О/дм³. Широко варьирует и цветность воды. Содержание железа – низкое, в отдельные годы ниже предела обнаружения (табл. 3).

Отсутствие больших преобразований в бассейнах рр. Шилка и Аргунь предполагает слабую изменчивость химического состава вод верхнего Амура в многолетнем аспекте. Об этом свидетельствуют небольшие отличия максимальных значе-

ний минерализации и концентраций растворенных веществ в водах верхнего Амура в 1964–1982 и 2005–2009 гг. [9].

Весеннее половодье на верхнем Амуре выражено слабо из-за низких запасов влаги в снежном покрове, в маловодные годы иногда отсутствует. В формировании максимальных расходов воды в равной мере участвуют талые снеговые и дождевые воды. При значительном увлажнении почвы, наличии многолетней мерзлоты и глубоком промерзании грунтов даже небольшие дожди вызывают существенное увеличение расходов воды. Поэтому в зависимости от водности рек Аргунь и Шилка содержание растворенных веществ в водах верхнего Амура варьирует в широких пределах (табл. 3). В многоводные годы минерализация воды часто снижается до 50 мг/дм³, в маловодные годы превышает 100 мг/дм³.

Значения ПО в основном высокие и очень высокие (табл. 3). В больших пределах изменяются цветность воды и содержание железа, причем содержание последнего в отдельные годы (1963, 1965, 1966, 1972, 1973 и 1979) не превышало 0,05 мг/дм³.

Спецификой природных условий бассейна Амура являются паводки, затопляющие огромные пространства и имеющие частую повторяемость. Их появление обусловлено выходом южных циклонов и тайфунов, несущих много влаги. Помимо циркуляционных факторов атмосферы, быстрому формированию наводнений способствуют горный рельеф, наличие многолетнемерзлых пород и др. В

это время воды верхнего Амура характеризуются наименьшим за период открытого русла содержанием минеральных и органических веществ, широкой амплитудой их колебаний (табл. 3). Следует отметить, что сформированные на верхнем Амуре паводки отличаются более высоким содержанием главных ионов по сравнению с паводками, сформированными в бассейнах рр. Уссури, Зея и Буря [19]. Поэтому на спаде паводка иногда отмечается повышение содержания веществ. В 1972 г. в воде р. Амур у г. Благовещенска при снижении уровня воды с 794 до 351 см отмечалось повышение концентраций ионов кальция и магния, гидрокарбонатного иона в 2 раза, минерализации воды – в 1,5 раза.

Максимальное значение минерализации (79,1 мг/дм³) отмечалось в 1964 г. в районе с. Кумара при расходе воды 5050 м³/с, минимальное – в июне и июле 1963 г. (42,8 и 45,0 мг/дм³) при расходах воды 7840 и 12200 м³/с соответственно. Вода характеризовалась высокой цветностью, повышенным содержанием железа и величиной ПО (табл. 3).

В 2009 г. во время обычного паводка в амурской воде по всей длине реки отмечалось повышенное равномерно распределенное содержание главных ионов и органических веществ (рис. 2), аммонийного азота (до 0,63 мг N/дм³). Значительно ниже, вероятно из-за потребления фитопланктоном, была концентрация нитратного азота (до 0,06 мг N/дм³) и фосфора (до 0,02 мг P/дм³). Содержание Fe_{общ.} находилось в пределах 0,15–

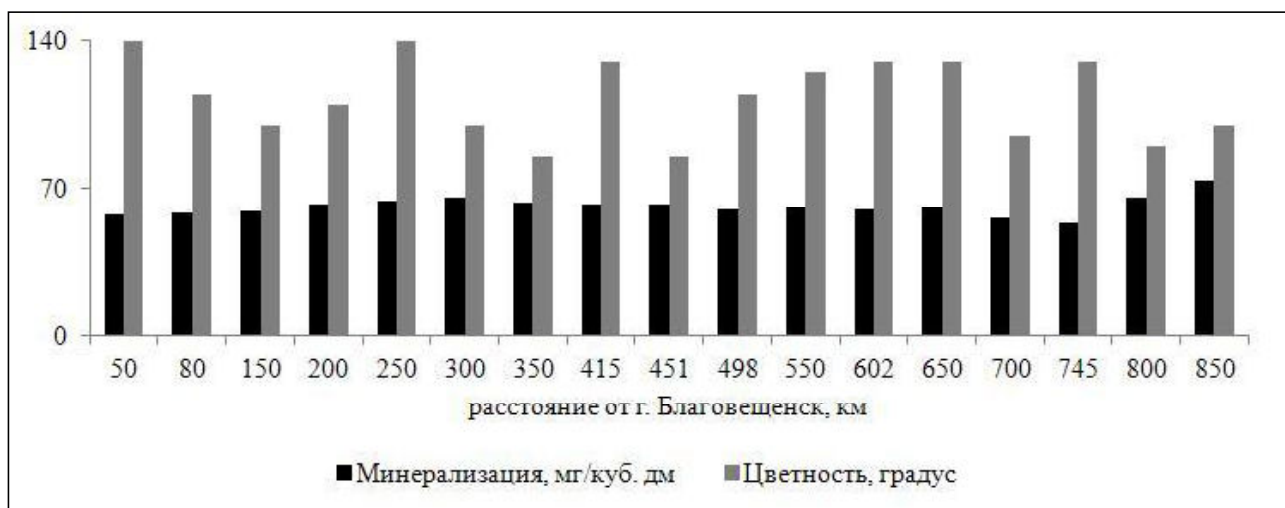


Рис. 2. Распределение показателей качества вод верхнего Амура по длине на фарватере в июле 2009 г.

Fig. 2. Distribution of water quality parameters of the upper Amur River, along its fairway length, in July 2009

0,30 мг/дм³, значения ПО – 18,4–21,9 мг О/дм³. Подобный состав воды наблюдался в июне 1988 г. у г. Благовещенска при расходе воды 7000 м³/с.

Содержание растворенных веществ в летнюю межень изменяется в более широких пределах (табл. 3), по сравнению с паводками и половодьем, сильно зависит от преобладания в стоке вод Шилки или Аргуни. Значения ПО в основном средние, редко повышенные (табл. 3). Цветность воды преимущественно не превышает 30°, содержание железа общего – 0,24 мг/дм³.

В эту фазу водного режима, так же как и в зимнюю межень, по длине реки отмечается снижение содержания главных ионов, а соответственно и минерализации, из-за поступления менее минерализованных вод левобережных притоков. Поэтому содержание главных ионов в районе Благовещенска всегда ниже, чем в районе сс. Черняево или Кумара (табл. 3). Наблюдения в августе 2004 г. на участке верхнего Амура ниже с. Черняево также свидетельствовали о равномерном распределении растворенных веществ по длине реки, низком содержании аммонийного и нитратного азота, фосфора и железа, органических веществ [9].

Заключение

Воды верхнего Амура в зимнюю межень характеризуются удовлетворительным содержанием растворенного кислорода, повышенной концентрацией главных ионов и наибольшей амплитудой их колебаний, низким содержанием минеральных форм азота и фосфора, органических веществ.

В период открытого русла содержание главных ионов весной резко снижается, достигая наименьших значений в паводки. В динамике органического вещества максимум содержания отмечается во время весеннего половодья, минимум – в летне-осеннюю межень.

По длине верхнего Амура содержание главных ионов в меженный период из-за влияния притоков – малых рек постепенно снижается, в период весеннего половодья и в паводки распределяется относительно равномерно.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО № 15-Г-06-008.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
2. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды в Забайкальском крае за 2008–2009 годы. Чита: Министерство природных ресурсов и экологии Забайкальского края; Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н.Г. Чернышевского, 2011. 284 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2014 год. Чита: Министерство природных ресурсов и промышленной политики Забайкальского края; ГБУ «Забайкальский краевой экологический центр», 2014. 208 с.
4. Зима Ю.В., Никифорова Г.И. Состояние качества вод р. Аргунь // Природные процессы и проблемы геосферных исследований: материалы науч. конф. Чита: ИПРЭК, 2006. С. 179–181.
5. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2011 году. Хабаровск: Министерство природных ресурсов Хабаровского края, 2012. 122 с.
6. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2012 году. Хабаровск: Министерство природных ресурсов Хабаровского края, 2013. 240 с.
7. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2013 году. Хабаровск: Министерство природных ресурсов Хабаровского края, 2014. 158 с.
8. Мордовин А.М. Годовой и сезонный сток рек бассейна Амура. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1996. 73 с.
9. Никаноров А.М., Брызгалов В.А. Реки России. Ч. IV. Реки Дальнего Востока (гидрохимия и гидроэкология). Ростов-на-Дону: НОК, 2011. 324 с.
10. 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.
11. Погодаев Г.И. Содержание биогенных и органических элементов в речных водах бассейна р. Амур // Формирование вод суши юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 127–140.
12. Радомский С.М., Радомская В.И., Матюгина Е.Б., Гусев М.Н. Основные физико-химические параметры состояния поверхностных вод верхнего Амура // Водные ресурсы. 2007. Т. 34, № 1. С. 68–77.
13. РД. 52.18.596. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к при-

- менению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды, с изменениями № 1 к РД 52.18.595-96.
14. Федорей В.Г. Общая гидрохимическая характеристика рек бассейна Амура // Труды ДВНИГМИ. 1959. Вып. 8. С. 85–94.
 15. Шестеркин В.П. О формировании качества воды пограничных рек Дальнего Востока в зимний период // Стратегия развития Дальнего Востока: возможности и перспективы. Т. 4. Экология. Хабаровск: Дальневост. гос. науч. б-ка, 2003. С. 214–218.
 16. Шестеркин В.П. Зимний кислородный режим Амура // География и природные ресурсы. 2004. № 1. С. 148–151.
 17. Шестеркин В.П. Зимний гидрохимический режим Амура // Вестник ДВО РАН. 2007. № 4. С. 35–43.
 18. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Содержание аммонийного азота в воде среднего Амура в зимнюю межень // География и природные ресурсы. 2003. № 2. С. 93–97.
 19. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Максимальный ионный сток среднего Амура // Биогеохимические и геоэкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. 2002. Вып. 12. С. 105–115.
 20. Erdenebayar Y., Altantuya B., Otgonjargal S., Oyunbaatar D. Monitoring for transboundary surface water quality in the eastern region of Mongolia // Report of the Joint Research Cruise in the Amur River 2012. Sapporo, 2012. P. 21–28.

In the article the author considers seasonal and spatial dynamics of dissolved substances in the upper Amur River water, describing hydrochemical characteristics of its main tributaries – the Shilka and Argun rivers. It shows a considerable variation in the content of major ions in wintertime and of organic matter and total iron – during a flood period, and a small variability of chemical composition in the upper Amur River water, along its length, in the period of floods.

Keywords: *Middle Amur, Argun, Shilka, mineralization, nutrients, organic matter.*