

УДК 556.531.3/4

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ АРГУНЬ И ЕЕ ВОДОТОКОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цыбекмитова Г.Ц.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, e-mail: gazhit@bk.ru*

Статья посвящена гидрохимическому исследованию трансграничной реки Аргунь и водотоков ее бассейна. По своему ионному составу воды р. Аргунь относятся к гидрокарбонатному классу, к группе кальция. Минерализация вод в период весеннего и осеннего половодья соответствовала малой – средней (111-283 мг/л), в период зимней межени средней – повышенной (307-803 мг/л). Показано, что воды р. Аргунь, поступающие с соседней территории, загрязнены по ряду компонентов: фосфаты, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo. Следовательно, в период выпадения осадков, отмеченных нами во время экспедиционных исследований, ухудшается качество поверхностных вод бассейна р. Аргунь. Высокое загрязнение вод способствует уменьшению содержания растворенного кислорода. В 2002-2006 гг. в среднем течении р. Аргунь (с. Олочи) отмечались зимние уменьшения содержания растворенного кислорода до 1,63 мг/л. В летний период также отмечена концентрация растворенного кислорода ниже предельно-допустимых значений (р. Аргунь, выше с. Староцурухайтуй).

**Ключевые слова:** поверхностные воды, трансграничная река, гидрохимия, минерализация

## HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ARGUN RIVER AND WATERCOURSES BY RESULTS OF RESEARCH EXPEDITIONS

Tsybekmitova G. Ts.

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Chita, e-mail: gazhit@bk.ru*

The article is devoted to hydrochemical research of the transboundary river of Argun and the streams of its basin. According to its ionic composition the river of Argun belongs to hydrocarbonate class, calcium group. Mineralization of water during the spring and autumn floods corresponded to small – medium (111-283 mg / L), during the winter low water to medium – elevated (307-803 mg / L). It is shown that the river of Argun water coming from the adjoining area is contaminated by a number of components: phosphates, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo. Consequently, in the rainfall period registered during our field research, the quality of the River of Argun surface water is deteriorating. High water pollution reduces dissolved oxygen content. In 2002-2006 in the River of Argun middle stream (Olochi village) observed winter reduce of the dissolved oxygen content to 1.63 mg / L. During the summer period the concentration of dissolved oxygen below the maximum allowed value also exists (the River of Argun, above the Starotsuruhaitui village).

**Keywords:** surface waters, transboundary river, hydrochemistry, mineralization

Река Аргунь является правой составляющей р. Амур и относится к верхнеамурскому бассейну. Берет начало на западном склоне хребта Большой Хинган, таким образом, верхнее течение находится на территории Китая. Общая длина Аргуни-Хайлара 1683 км, из которых 951 км в пределах Забайкальского края, является естественной границей между Россией и Китаем. Общая площадь водосбора 164 тыс. км<sup>2</sup>, в Забайкальском крае – 49,1 тыс. км<sup>2</sup>. Отмечается сезонная и годовая неравномерность водного стока. Средний годовой расход воды составляет 336 м<sup>3</sup>/сек: в пределах России – 139,4 м<sup>3</sup>/сек; на территории Китая – 196,6 м<sup>3</sup>/сек [9].

В физико-географическом отношении бассейн р. Аргунь относится к области верхнеамурского среднегорья. В пределах Российской Федерации (Забайкальский край) ее водосборный бассейн проходит по разным ландшафтно-климатическим зонам: степной, лесостепной и горно-та-

ежной. В бассейне отмечаются различные виды природных ресурсов, таких как, топливно-энергетические (уголь, гидроэнергетические), месторождения цветных, редких и благородных металлов, земельные, лесные, водные, рекреационные и др. Минерально-сырьевой потенциал бассейна в пределах Российской Федерации имеет более 300-летнюю историю его освоения. Хотя средняя плотность населения Забайкальского края в данном бассейне экологически благоприятна и колеблется от 0,8 до 2,8 чел/км<sup>2</sup>, эти территории наиболее хозяйственно освоены и испытывают основной антропогенный пресс.

Целью настоящей работы является гидрохимический анализ состояния водотоков и водоемов бассейна р. Аргунь.

### Материал и методы исследования

В данной статье приведены результаты экспедиционных гидрохимических исследований в бассейне

р. Аргунь, проведенных лабораторией водных экосистем Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН с 15 по 28 июля 2013 г. Схема мест отбора проб воды показана на рисунке.

В полевых условиях физико-химические параметры воды (рН, минерализацию, температуру, содержание кислорода) в местах отбора проб определяли с помощью мультипараметрового GPS-AQVAMETER «AQVAREAD», содержание азота и фосфора – в полевых условиях с использованием спектрофотометра DR-2800. Анализ содержания в воде тяжелых металлов проведены в лаборатории Хабаровского инновационно-аналитического центра при Институте тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (прибор Perkin-Elmer 3030 B). Оценка состояния водоёма производилась по отношению к предельно-допустимым концентрациям содержания веществ в воде рыбохозяйственного водного объекта (Приказ № 80 Росрыболовства от 18.01.2010). Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета компьютерных программ STATISTICA 8.0.

### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ изменений минерализации воды р. Аргунь показал, что за 2000-

2010 гг. формируются в основном речные воды средней (200-474 мг/л) минерализации. Высокие средние концентрации суммы ионов за отдельные годы периода с 2000 по 2010 г. на фоне маловодных лет указывают на преимущественное подземное питание реки (табл. 1).

При анализе внутригодовой динамики изменения минерализации вод отмечается, что минимальные ее значения (111-283 мг/л) наблюдаются в весеннее и осеннее половодье (апрель-июнь, август-сентябрь). К примеру, в августе 2003 г. и 2006 г. в р. Аргунь (станция с. Олочи) концентрация сумм ионов соответствовала 131 и 125 мг/л, а в сентябре 2009 г. и 2010 г. – 108 и 105 мг/л. В подледный период минерализация достигает в отдельных случаях до 623 мг/л (февраль 2008 г. – р. Аргунь, застава Олочи) и 803 мг/л (февраль 2001 г. – р. Аргунь, с. Кайластуй). Таким образом, выявленная тенденция уменьшения минерализации с 2000 по 2010 гг. сопровождается широким диапазоном ее внутригодовой изменчивости.

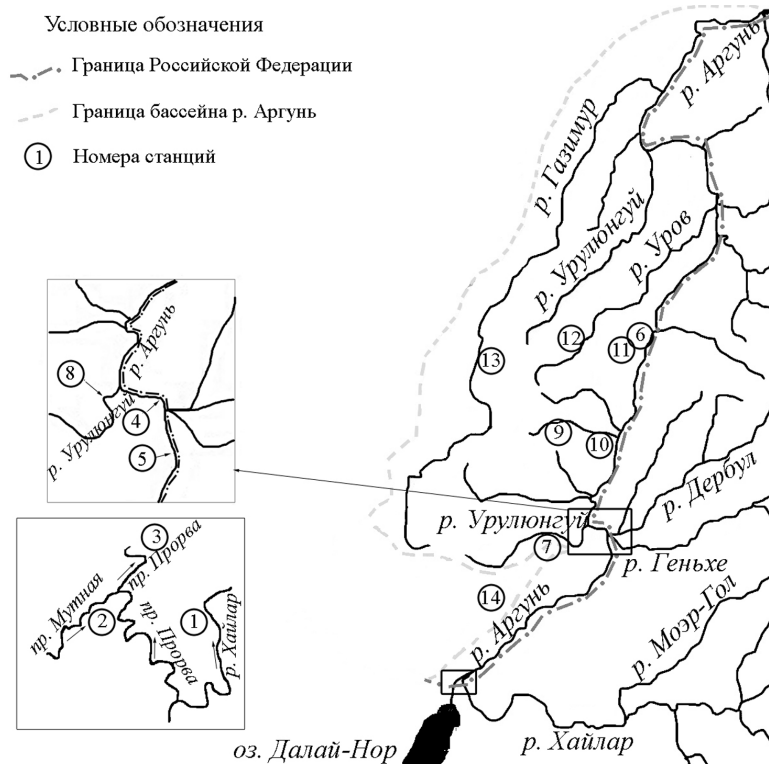


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб (авт. А.П. Куклин): 1 – река Хайлар; 2 – протока Мутная; 3 – протока Прорва; 4 – река Аргунь, застава Мысовая; 5 – река Аргунь, выше с. Староцурухайтуй; 6 – река Аргунь, застава Олочи; 7 – река Урулунгуй, ниже села Приаргунск; 8 – река Урулунгуй, пруд-осветлитель; 9 – река Средняя Борзя, пруд-осветлитель; 10 – река Средняя Борзя, пруд-осветлитель; 11 – река Серебрянка; 12 – река Уров, верхнее течение; 13 – река Газимур, верхнее течение; 14 – Краснокаменское водохранилище

Таблица 1

Среднегодовая минерализация воды реки Аргунь (мг/л)  
(по данным ГУ «Читинский ЦГМС-Р»)

|   | Годы       |            |            |             |            |            |            |            |              |            |            |
|---|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
|   | 2000       | 2001       | 2002       | 2003        | 2004       | 2005       | 2006       | 2007       | 2008         | 2009       | 2010       |
| 1 | нет данных | нет данных | нет данных | 424 ± 103,1 | 287 ± 80,2 | 179 ± 15,9 | 238 ± 55,6 | 294 ± 55,1 | 350 ± 83,8   | 212 ± 64,3 | 218 ± 20,5 |
| 2 | 418 ± 55,5 | 474 ± 79,4 | 350 ± 70,1 | 409 ± 107,2 | 223 ± 25,1 | 252 ± 49,6 | нет данных | нет данных | нет данных   | нет данных | нет данных |
| 3 | 252 ± 41,1 | 310 ± 63,0 | 313 ± 52,8 | 250 ± 59,3  | 194 ± 16,8 | 267 ± 27,4 | 216 ± 36,4 | 247 ± 42,1 | 368 ± 131,10 | 165 ± 29,2 | 179 ± 26,5 |

Примечание: 1 – р. Аргунь, протока Прорва; 2 – река Аргунь, с. Кайластуй; 3 – р. Аргунь, с. Олочи.

Таблица 2

Некоторые физико-химические параметры и содержание биогенных веществ  
(азот и фосфор) в воде р. Аргунь и ее водотоков (мг/л)

| Станции отбора проб                    | Дата отбора проб | pH        | M   | O <sub>2</sub> |
|--|------------------|-----------|-----|----------------|
| 1                                      | 2                | 3         | 4   | 5              |
| река Хайлар                            | 17.07.13         | 7,38      | 101 | 6,5            |
| протока Мутная                         | 17.07.13         | 7,74      | 111 | 5,7            |
| протока Прорва                         | 16.07.13         | 7,30      | 112 | 6,3            |
| река Аргунь, застава Мысовая           | 20.07.13         | 7,22      | 57  | 10,8           |
| река Аргунь, выше села Староцурухайтуй | 21.07.13         | 7,22      | 104 | 4,4            |
| река Аргунь, застава Олочи             | 24.07.13         |           | 73  | 8,1            |
| река Урулюнгуй, ниже села Досатуй      | 19.07.13         | 7,90      | 555 | 13,5           |
| река Урулюнгуй, ниже села Приаргунск   | 21.07.13         | 7,90      | 408 |                |
| река Средняя Борзя, верхнее течение    | 21.07.13         | 7,45      | 32  | 12,2           |
| река Средняя Борзя, пруд-осветлитель   | 22.07.13         | 8,00      | 122 | 8,3            |
| река Серебрянка                        | 25.07.13         | 7,60      | 128 | 10,3           |
| река Уров, верхнее течение             | 26.07.13         | 7,53      | 79  | 8,4            |
| река Газимур, верхнее течение          | 27.07.13         | 7,37      | 77  | 8,2            |
| Краснокаменское водохранилище          | 18.07.13         | 8,54      | 185 | 8,5            |
| ПДК, р/х                               |                  | 6,5 – 8,5 |     | 4,5            |

Окончание табл. 2

| 6                | 7                             | 8                            | 9                            | 10                           | 11         | 12         |
|------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------|------------|
| P <sub>мин</sub> | PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ХПК        | ПО         |
| 0,098            | 0,34                          | 0,020                        | 0,011                        | 0,700                        | 11,8       | 7,2        |
| 0,104            | 0,34                          | 0,020                        | 0,011                        | 0,700                        | 17,0       | 7,2        |
| 0,126            | 0,37                          | 0,010                        | 0,029                        | 0,700                        | 10,1       | 6,9        |
| 0,025            | 0,14                          | < 0,002                      | 0,002                        | 0,600                        | 7,3        | 7,5        |
| 0,060            | 0,19                          | < 0,002                      | 0,001                        | 0,700                        | 9,5        | 7,3        |
| 0,053            | 0,12                          | 0,004                        | 0,007                        | 0,008                        | нет данных | нет данных |
| 0,035            | 0,40                          | нет данных                   | 0                            | 0,700                        | 7,7        | 7,7        |
| 0,042            | 0,14                          | 0,120                        | 0,003                        | 0,600                        | 10,5       | 4,1        |
| < 0,001          | 0,09                          | нет данных                   | 0,001                        | 0,600                        | 14,2       | 5,3        |
| 0,115            | 0,24                          | нет данных                   | 0,014                        | 1,000                        | 9,1        | 6,0        |
|                  | < 0,001                       | 0,280                        | < 0,001                      | 0,013                        | 7,7        | 7,1        |
| 0,013            | 0,06                          | 0,120                        | < 0,001                      | 0,012                        | 10,1       | 7,6        |
| 0,019            | 0,07                          | < 0,002                      | < 0,001                      | 0,023                        | 10,4       | 7,1        |
| 0,026            | 0,08                          | 0,010                        | 0,048                        | 0,567                        | 11,5       | 6,2        |
| 0,2              | 0,2                           | 0,130                        | 0,08                         | 40                           | 15         | 5-7        |

Результаты экспедиционных исследований показали, что минерализация воды р. Аргунь в июле 2013 г. меняется от 57 мг/л (река Аргунь, застава Мысовая) до 112 мг/л (р. Аргунь, протока Прорва). В период, предшествовавший времени проведения экспедиции, проходили кратковременные ливневые дожди, что способствовало полноводности реки и разбавлению её вод. Минерализация водотоков бассейна р. Аргунь варьирует в широких пределах (32-555 мг/л). Предгорный характер реки Средняя Борзя, с быстрой сменой воды, отсутствие антропогенного воздействия в его верхнем течении, способствовали формированию вод с малой минерализацией (32 мг/л). Минерализация вод р. Урулюнгуй повышенная, но находится в пределах многолетних колебаний (2000-2010 гг.) (табл. 2).

Реакция среды р. Аргуни и ее водотоков слабощелочные. За 2000-2010 гг. значения рН изменяются от слабокислой (6,2) до слабощелочной (8,5). По своему ионному составу воды р. Аргунь относятся к гидрокарбонатному классу, к группе кальция.

Кислородный режим изменялся от 4,4 (река Аргунь) до 10,2 мг/л (р. Серебрянка), процент насыщения – от 71 до 110%. Сточные воды с водосборной площади периода ливневых дождей в районе выше с. Староцурухайтуй способствовали уменьшению содержания растворенного кислорода в воде р. Аргунь до значений неудовлетворяющих для рыбохозяйственных водоемов (табл. 2). Одной из причин возникновения дефицита кислорода в р. Аргунь объясняется загрязнением, поступающими в реку с территории Китая [4]. Ранее в 2002-2006 гг. в среднем течении р. Аргунь (с. Олочи) отмечались зимние уменьшения содержания растворенного кислорода до 1,63 мг/л [8]. Такие низкие концентрации содержания кислорода приводят к загрязнению водотока ввиду очень малой окисляемости различных органических веществ, т.е. уменьшения интенсивности биохимических процессов в водной экосистеме. О загрязнении водотоков указывают высокие значения перманганатной окисляемости (ПО), которая достигала до 7,6 мг О/л (табл. 2), что свидетельствует о содержании в воде легкоокисляющихся органических соединений. Также получены высокие показатели бихроматной окисляемости (ХПК) превышающие ПДК (протока Мутная, соединяющая р. Аргунь с оз. Далай-нор).

Содержание аммонийных ионов, нитритов и нитратов в исследованных водотоках незначительное. Исключением представляются показатели по ионам аммония в воде

р. Серебрянка (превышение ПДК) и р. Урулюнгуй (приближен к ПДК). Результаты по нитратам выше средних значений в воде р. Аргунь отмечены в месте поступления ее вод на территорию России, в воде р. Урулюнгуй и в Краснокаменском водохранилище, хотя показатели не превышают ПДК. О дополнительном поступлении органических веществ в водную экосистему указывает превышение в 1-2 раза показателей ПДК по фосфатам в таких водных объектах, как р. Аргунь, р. Урулюнгуй и в нижнем течении р. Средняя Борзя.

Микрокомпонентный состав вод бассейна р. Аргунь представлен в табл. 3. Во всех точках отбора проб в воде превышено содержание марганца и железа, молибден – в пределах ПДК. Трехкратное увеличение содержания меди в протоке Прорва по мере продвижения водных масс вниз по течению уменьшается до пределов и менее ПДК (р. Аргунь – с. Староцурухайтуй и р. Аргунь – Олочи).

Пруд-осветлитель на р. Средняя Борзя, предназначенная для отстаивания вод, поступающих от золотодобычи, практически не выполняет свою функцию. Водоем обмелел из-за многолетнего накопления донных осадков. Поступающие сточные воды с участков по разработке россыпного золота практически напрямую направляются в р. Аргунь. Дноуглубительные работы не проводятся. Воды в районе выхода из пруда загрязнены по Mn, Fe, Cu, Zn и Mo в значениях несколько раз превышающих предельно-допустимые концентрации веществ в рыбохозяйственных водоемах.

### Заключение

В силу природно-климатических особенностей севера Центральной Азии [1, 5, 6], а также антропогенных факторов (забор воды из р. Аргунь/Хайлар) [7] наблюдается изменение гидрологического режима реки Аргунь. Многолетний засушливый период с 2000 по 2015 гг. отражается на уменьшении площадей водно-болотных угодий [2], являющихся естественными биологическими фильтрами для водотоков. Хозяйственная деятельность человека в водосборном бассейне трансграничной реки Аргунь оказывает негативное воздействие на её экологическое состояние. Проведенные нами экспедиционные исследования показали, что вода реки Аргунь и водотоки бассейна подвержены загрязнению по ряду микроэлементов и легкоокисляющимися органическими веществами. Тем самым ухудшается рыбохозяйственная и рекреационная функция водоемов и во-

дотоков бассейна р. Аргунь. Данное обстоятельство усугубляется непостоянством государственного мониторинга состояния водного объекта из-за уменьшения пунктов наблюдений. Все эти изменения отражаются на состоянии водных экосистем,

в том числе и на гидрохимическом состоянии поверхностных вод.

*Работа выполнена в рамках Программы ФНИ (Проект VIII.79.1.2) и партнерского интеграционного проекта СО РАН – УрО РАН – ДВО РАН.*

Таблица 3

Содержание растворимых форм элементов в речных водах бассейна р. Аргунь (июль 2013 г.)

| Элементы | р. Аргунь         |                   |                                |                  | Река Урулюн-<br>гуй (ниже села<br>Приаргунск) | Река Средняя<br>Борзя (верхнее<br>течение) |
|----------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|---|--|
|          | протока<br>Прорва | протока<br>Мутная | выше села Староцу-<br>рухайтуй | застава<br>Олочи |   |  |
| 1        | 2                 | 3                 | 4                              | 5                | 6   | 7  |
| Cr       | < 0.001           | < 0.001           | < 0.001                        | < 0.001          | < 0.001                                       | < 0.001                                    |
| Mn       | 0,04              | 7,22              | 0,19                           | 0,03             | 0,02  | 0,03                                       |
| Fe       | 0,6               | 0,4               | 0,3                            | 0,3              | 0,3   | 0,3  |
| Co       | < 0,01            | < 0,01            | < 0,01                         | < 0,01           | < 0,01  | < 0,01                                     |
| Ni       | < 0,01            | < 0,01            | < 0,01                         | 0,01             | < 0,01  | < 0,01                                     |
| Cu       | 0,003             | 0,001             | 0,001                          | < 0.001          | < 0.001                                       | 0,001                                      |
| Zn       | 0,02              | 0,01              | 0,02                           | < 0.001          | < 0.001                                       | 0,01                                       |
| As       | 0,004             | 0,004             | 0,004                          | 0,003            | 0,007   | 0,001                                      |
| Sr       | 0,2               | 0,2               | 0,2                            | 0,2              | 0,7   | 0,1  |
| Mo       | 0,001             | 0,001             | 0,001                          | 0,001            | 0,002   | 0,001                                      |
| Cd       | < 0.005           | < 0.005           | < 0.005                        | < 0.005          | < 0.005                                       | < 0.005                                    |
| Sn       | < 0.001           | < 0.001           | < 0.001                        | < 0.001          | < 0.001                                       | < 0.001                                    |
| W        | 0,0001            | < 0,0001          | 0,0001                         | 0,0001           | 0,0002  | 0,0001                                     |
| Hg       | 0,00001           | 0,00001           | 0,00001                        | 0,00001          | 0,00001                                       | 0,00001                                    |
| Pb       | 0,0002            | 0,7750            | 0,0003                         | < 0.001          | < 0.001                                       | 0,0034                                     |

Окончание табл. 3

| Пруд-осветлитель<br>на реке СредняяБорзя | Краснокаменское<br>водохранилище | Река Уров,<br>верхнее<br>течение | Река Газимур,<br>верхнее<br>течение | ПДК*, р/х,<br>мг/л  | Кларки**<br>мг/л |
|--|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|
| 8  | 9                                | 10                               | 11                                  | 12                  | 13               |
| 0,011                                    | < 0.001                          | < 0.001                          | < 0.001                             | 0,02-0,07           | 0.001            |
| 0,17                                     | 0,43                             | 0,04                             | 0,05                                | 0,01                | 0,01             |
| 5,0                                      | 0,2                              | 0,3                              | 0,3                                 | 0,1                 |                  |
| < 0,01                                   | < 0,01                           | < 0,01                           | < 0,01                              | 0,01                | 0.0003           |
| < 0,01                                   | 0,02                             | < 0,01                           | < 0,01                              | 0,01                | 0.002            |
| 0,066                                    | < 0.001                          | 0,006                            | < 0.001                             | 0,001               | 0,007            |
| 0,10                                     | 0,01                             | 0,02                             | < 0.001                             | 0,01                | 0.02             |
| 0,007                                    | 0,003                            | 0,001                            | 0,002                               | 0,05                | 0,002            |
| 0,3                                      | 0,3                              | 0,2                              | 0,2                                 | 0,4                 | 0,08             |
| 0,003                                    | 0,003                            | 0,001                            | 0,001                               | 0,001               | 0.001            |
| < 0.005                                  | < 0.005                          | < 0.005                          | < 0.005                             | 0,005               | 0.0002           |
| < 0.001                                  | < 0.001                          | < 0.001                          | < 0.001                             | 0,112               | 0.0005           |
| 0,0003                                   | 0,0001                           | < 0,0001                         | < 0,0001                            | 0,0008              |                  |
| 0,00002                                  | < 0,00001                        | 0,00001                          | 0,00001                             | отс. или<br>0,00001 | 0.00007          |
| 0,0131                                   | < 0.001                          | 0,1006                           | < 0.001                             | 0,006               | 0.001            |

Примечание. \* Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. – Приказ № 80 Росрыболовства от 18.01.2010.

\*\* Кларки элементов (средняя концентрация) в речных водах [3].

**Список литературы**

1. Болгов М.В., Фролова Н.Л. Водный режим реки Аргунь и озера Далайнор в условиях антропогенного воздействия // География и природные ресурсы. – 2012. – № 4. – С. 21–29.
2. Горошко О.А. Влияние многолетних климатических циклов на орнитокомплексы Даурии // Геоэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2011. – С. 140–143.
3. Добровольский В.В. География микроэлементов: Глобальное рассеяние. – М.: Мысль, 1983. – 272 с.
4. Жулдыбина Т.В. Загрязнение рек Забайкальского края // Вестник ЧитГУ. – 2009. – № 1 (52). – С. 44.
5. Обязов В.А. Связь колебаний водности озер степной зоны Забайкалья в многолетними гидрометеорологическими изменениями на примере Торейских озер // Изв. РГО. – 1994. – Т. 124, Вып. 5. – С. 48–54.
6. Обязов В.А., Носкова Е.В. Изменение климата в бассейне реки Аргунь // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия. – Чита: Поиск, 2012. – С. 70–76.
7. Симонов Е.А. Значение проблемы переборки части стока р. Хайлар (Аргунь) в озеро Далай для становления международных отношений в области водного хозяйства и охраны вод // Природоохранное сотрудничество Читинской области (Российская Федерация) и Автономного района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах: тезисы докл. Междун. конф. (Чита, 29-31 октября 2007 г.). – Чита, 2007. – С. 272–278.
8. Цыбекмитова Г.Ц. Экологическое состояние реки Аргунь (2000-2010 гг.) // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2013. – № 2 (23). – С. 32–37.
9. Чечель А.П. Международные (трансграничные) бассейны и водные объекты в Забайкальском крае // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия. – Чита: Поиск, 2012. – С. 179–183.