

**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ МАЛЫХ  
РЕК СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ**

**Ю.А. Форина**

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Ким Ю Чена, 65,  
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: ivep@ivep.as.khb.ru*

В работе рассматриваются особенности содержания основных ионов и фосфатов в воде малых рек Северного Сихотэ-Алиня. Показаны большие различия в содержании основных ионов и фосфатов, обусловленные геологическим строением.

**SPECIFICS OF WATER CHEMICAL COMPOSITION IN SMALL  
RIVERS OF THE NORTHERN SIKHOTE-ALIN**

**Yu.A. Forina**

*Institute of Water and Ecology Problems, FEB RAS, 65 Kim Yu Chena Str.,  
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: ivep@ivep.as.khb.ru*

The paper discusses specifics of main ions and phosphate concentrations in the water of small rivers of northern Sikhote-Alin. Differences in concentrations of main ions and phosphates caused by the geological structure are described.

Северный Сихотэ-Алинь – часть большой горной страны. В пределах Хабаровского края занимает обширную территорию между долинами рек Амура и Усури, побережьем Татарского пролива и Амурского лимана.

В настоящее время на территории Сихотэ-Алиня Росгидрометом проводятся наблюдения за качеством воды в основном средних рек (ГОСТ 19179–73, 1973): Гур, Манома, Сита, Хор, Подхоренок, Тумнин и двух малых рек – Бира и Кия.

В связи со строительством на территории Хабаровского края нефтепровода ВСТО-2 и газопровода большое внимание уделяется малым рекам, качественный состав воды которых отражает региональные особенности их формирования: рельеф, состав подстилающих пород, климатические факторы, растительный и почвенный покров. Малые реки являются начальным звеном формирования водных ресурсов и качества воды крупных и средних рек и наиболее уязвимы в отношении антропогенного воздействия на их водосборную площадь.

Многие водотоки Северного Сихотэ-Алиня являются нерестовыми для тихоокеанских лососей. На двух из них, наиболее крупных притоках Амура, реках Гур (1968 г.) и Анюй (1999 г.) были построены лососевые рыбопроизводные заводы (ЛРЗ). В восточной части хребта подобное предприятие появилось в 2003 г.



исследованиях могут быть использованы для обоснования строительства ЛРЗ на других водотоках Северного Сихотэ-Алиня.

Цель исследований – изучение особенностей химического состава воды малых рек северного Сихотэ-Алиня.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись расположенные на территории Хабаровского края малые реки Сихотэ-Алиня. Реки восточного макросклона относятся к бассейну Татарского пролива, реки западного – к бассейну р. Амур. Схема расположения станций отбора проб представлена на рис. 1. В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 19179–73, 1973) к малым рекам относятся водотоки с площадью водосбора не более 2000 км<sup>2</sup>.

В данной работе рассмотрено содержание основных ионов и фосфатов. Пробы воды отбирались в период открытого русла. При отборе проб воды в экспедиционных условиях определялась величина рН, анализ остальных показателей качества воды осуществлялся в Межрегиональном центре экологического мониторинга гидроузлов (№ РОСС RU 0001. 515988) при ИВЭП ДВО РАН по общепринятым методикам (РД 52.18.595-96).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По химическому составу вода исследованных рек в основном относится к гидрокарбонатному классу группы кальция первого или второго типа (Алекин, 1970).

Отдельные годы в воде рек западного склона – Большая Эртукули, Малая Эртукули, Куптурку, Мостовая, Богбасу, Болэ, Соломи, Чермал, Кэдами, Камэн, Карганга и Альчи отмечается изменение группы вод на кальциево-магниевую или магниевую в мае и июне месяце. Преобладание ионов магния над кальцием может быть обусловлено криогенной метаморфизацией вод. Накоплению магния в воде рек препятствует необменное закрепление в коллоидах почвогрунтов с образованием малорастворимых силикатов. В криолитозоне магний нередко преобладает над кальцием, что связано с частичным превращением гидрокарбоната кальция в карбонат (Иванов, 1998). При этом уменьшается величина соотношения Са/Мg, которое является важным геохимическим показателем состава маломинерализованных вод и, как правило, колеблется от 2 до 4 (Иванов, Власов, 1974). В нашем случае величина соотношения Са/Мg составляет 0,8–1,6.

Воды отдельных водотоков восточного склона: Большая Хадя, Чистоводный, Мучке, Большая Дюанка имеют магниево-кальциевый или даже магниевый состав в период летней межени и осенью, что связано с преобладанием в составе подземных вод магния (Гидрогеология СССР, 1971).

В период весеннего половодья (май, июнь) химический состав воды рек: Моади, Дубняковая, Малый Гумин, Васильевка, ручьев: Половинка, Быкова, Со-синский изменяется на сульфатно-гидрокарбонатный или сульфатный. Преобладание сульфатных ионов в водах весеннего половодья обусловлено поступлением из снежного покрова и минерализацией органического вещества на поверхности и в верхних слоях почвы (Пузаченко, Хрусталева, 1999).

В устьях рек различия в уровнях концентраций главных ионов, а соответственно и минерализации, более существенны и обусловлены влиянием морских вод. По содержанию растворенных веществ вода устьевой части рек может быть пресной, иногда солоноватой. Например, соленость воды в р. Бол. Хадя в зависимости от фазы приливно-отливных течений изменяется от нулевого значения до полутора десятков промилль (0–14 ‰). В связи с этим минерализация воды приустьевых участков рек Большая Хадя (2605,5 мг/дм<sup>3</sup>) и Большая Дюанка (1596,0 мг/дм<sup>3</sup>) значительно больше, чем выше по течению: 54,0 и 56,2 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. По химическому составу вода относится к хлоридному классу, группе натрия, третьему типу. Содержание главных ионов в воде на этих участках рек в основном определяется расходами воды в них и высотой приливной волны (Форина, Шестеркин, 2010).

В большинстве исследуемых рек минерализация не превышает 50 мг/дм<sup>3</sup>, по количеству растворенных веществ воды рек являются ультрапресными. Формированию вод с низкой минерализацией способствует распространение на водосборе большинства рек массивно-кристаллических пород, достаточно высокое количество осадков в горах, обеспечивающих промытость почв и низкая интенсивность химического выветривания. Более высокие значения минерализации помимо морского влияния связаны с составом подстилающих пород.

В геологическом строении водосборов рек Бешенная, Саласу, Хиванда, Быстрая, Хальзан и Шелехова принимают участие меловые осадочные образования, прорванные в верховьях этих рек Тумнинским интрузивным массивом. В контакте интрузий встречаются многочисленные зоны метаморфизма. Особенности геологического строения проявляются в незначительном увеличении содержания гидрокарбоната кальция и сульфат иона по сравнению с малыми реками бассейнов рек Анюй и Гур. Диапазон концентраций сульфат иона в воде горно-таежных рек составляет в среднем 2,0–5,0 мг/дм<sup>3</sup>, в воде рек Хиванда, Шелехова и Быстрая – более 7,0 мг/дм<sup>3</sup>. В бассейне р. Шелехова отмечаются рудопроявления пирита и в воде этой реки наблюдается наиболее высокое содержание сульфатов – до 9,6 мг/дм<sup>3</sup> (Геологическая карта СССР..., 1959).

Более высокая минерализация (64,0 мг/дм<sup>3</sup>) в воде р. Пунчи (правом притоке р. Мухен) объясняется выходами в долине этой реки минерального источника (Гидрогеология СССР, 1971).

Среди исследованных рек по величине минерализации и содержанию главных ионов выделяются притоки р. Гобилли: р. Таунга и руч. Тропный. Минерализация воды рек бассейна р. Гобилли изменяется в диапазоне 49,6–90,0 мг/дм<sup>3</sup>. Увеличение минерализации происходит за счет гидрокарбонатов, сульфатов и ионов кальция, что обусловлено месторождением олова (Карта полезных ископаемых СССР..., 1972). На восточном склоне наличие подобного месторождения обуславливает увеличение минерализации воды руч. Мопу (65,4 мг/дм<sup>3</sup>), расположенного в бассейне р. Бута.

Большое влияние на содержание растворенных солей в водах южных районов оказывает карст (Берсенов, 1989). Наличие в подстилающих породах известняков приводит к более высоким значениям минерализации за счет увеличения в воде рек преимущественно содержания гидрокарбоната кальция. Минерализация более 50 мг/дм<sup>3</sup> характерна для рек: 1, 2, 3-я Седьмая, Правые Шивки, Аван, Каменушка, Бира, Бирушка. Наиболее минерализованы воды р. 3-я Седьмая

(47,9–132,8 мг/дм<sup>3</sup>), в геологическом строении водосборной площади которой принимают участие известняки Краснореченской свиты (Карта полезных ископаемых СССР..., 1962). Минерализация воды руч. Кузин (приток р. 1-й Седьмой) в мае месяце составила 80,2 мг/дм<sup>3</sup>, когда ее значения были наименьшими за счет разбавления речных вод маломинерализованными снеговыми водами. Это связано с выходом известняков юго-восточнее г. Вяземский (Берсенов, 1989).

Концентрация фосфатов в незагрязненных поверхностных водах составляет обычно сотые и тысячные доли миллиграммов в литре. В реках рассматриваемого района содержание фосфатов имеет свои особенности.

Малые реки западного склона и большинство рек восточного характеризуются низкими концентрациями фосфат ионов, как правило, их концентрация ниже предела обнаружения: <0,030 мг/дм<sup>3</sup>. Летом и осенью возможно повышение концентраций фосфатов в воде рек до 0,060–0,090 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 2).

Увеличение доли подземной составляющей в водном питании рек приводит

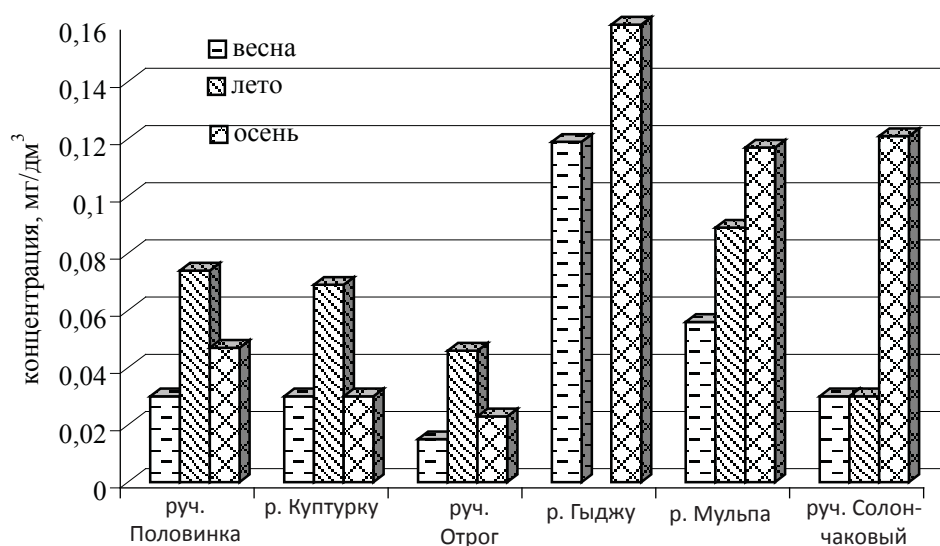


Рис. 2 Сезонная динамика содержания фосфатов

к значительному повышению содержания фосфатов в воде отдельных водотоков восточного склона (р. Мутьпа, р. Гыджу, руч. Солончаковый). Наиболее высокие концентрации характерны для притоков р. Мутьпа: руч. Подземный (0,147 мг/дм<sup>3</sup>), руч. Длинный (0,200 мг/дм<sup>3</sup>), руч. Теряющийся (0,200 мг/дм<sup>3</sup>), руч. Безымянный (0,287 мг/дм<sup>3</sup>). Все реки с повышенным содержанием фосфатов замерзают лишь в самые сильные морозы, что, вероятно, связано с выходом подземных вод.

В бассейнах этих рек наибольшее распространение получили водоносные комплексы олигоцен-миоценовых вулканогенных образований с пластово-поровыми, пластово-трещинными и трещинно-жильными (в зонах тектонических нарушений), преимущественно напорными водами (Гидрогеология СССР, 1971). Со сбросом трещинно-жильных вод связан выход термального источника с температурой воды около 30 °С, расположенного на правом берегу р. Ботчи выше впадения ключа Угарный. В воде Ботчинского термального источника концентра-

ция фосфатов составляла 0,111 мг/дм<sup>3</sup>. В два раза выше концентрация была в воде родника в бассейне р. Гыджу. Основные подстилающие породы: базальты, андезито-базальты и их туфы, являются основным источником фосфора (Ковда, 1985; Маккелви, 1977).

Таким образом, распространение на водосборной площади большинства исследуемых рек трудно выщелачиваемых горных пород способствует формированию ультрапресных вод с минерализацией до 50 мг/дм<sup>3</sup>. Более высокие значения минерализации связаны с особенностями подстилающих пород: наличием известняков и сульфидных месторождений.

Концентрация фосфатов в воде большинства рек находится ниже предела обнаружения (<0,030 мг/дм<sup>3</sup>). Повышенные концентрации фосфатов в реках восточного склона связаны с выходом пластово-трещинных и трещинно-жильных (в зонах тектонических нарушений) вод и с распространением базальтов и андезитобазальтов, являющихся основным источником фосфора, поступающего при выветривании и растворении пород в биосферу.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О.А. 1970.** Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 444 с.
- Берсенеv Ю.И. 1989.** Карст Дальнего Востока. М.: Наука. 172 с.
- Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. 1959.** Лист М-54-VII: Объяснительная записка / ред. А. И. Савченко. М.: Госгеолтехиздат. 72 с.
- Гидрогеология СССР. 1971.** Хабаровский край и Амурская область. Т. 23. М.: Недра. 514 с.
- ГОСТ 19179-73. 1973.** Гидрология суши: термины и определения. М.: Изд-во стандартов. 36 с.
- Иванов А.В. 1998.** Криогенная метаморфизация химического состава природных льдов, замерзающих и талых вод. Хабаровск: Дальнаука. 164 с.
- Иванов А.В., Власов Н.А. 1974.** Влияние криогенных процессов на формирование гидрокарбонатно-натриевых вод // Гидрохимические материалы. Т. 61. Л.: Гидрометеиздат. С. 56-61.
- Карта полезных ископаемых СССР масштаба 1:200 000. 1962.** Лист L-53-III / ред. И.И. Берсенеv. Л.
- Карта полезных ископаемых СССР масштаба 1:200 000. 1972.** Лист М-54-XXV / ред. Е.Б. Бельтенеv. Л.
- Ковда В.А. 1985.** Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука. 263 с.
- Маккелви В.Е. 1977.** Распространенность и распределение фосфора в литосфере // Фосфор в окружающей среде. М.: Мир. С. 24-46.
- Пузаченко Ю.Г., Хрусталева М.А. 1999.** Химический состав вод весеннего половодья в лесных ландшафтах центра русской равнины // География и природные ресурсы. № 2. С. 80-84.
- 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 №1 к РД 52.18.595-96.
- Форина Ю.А., Шестеркин В.П. 2010.** Особенности химического состава речных вод восточного макросклона Северного Сихотэ-Алиня // География и природные ресурсы. № 3. С. 81-87.