

## ГИДРОГЕОЛОГИЯ

УДК 556.3

**Особенности микрокомпонентного состава природных вод на территории г. Перми****И.В. Щукова, В.Н. Казаков**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: shchukova-i@mail.ru; cazakov.valentin@yandex.ru

*(Статья поступила в редакцию 11 декабря 2017 г.)*

Проведены исследования поверхностных, подземных, дождевых и снежных вод в различные фазы гидрологического цикла. Установлено, что дождевые и снежные воды на левобережье города характеризуются наибольшим загрязнением, содержат большее количество элементов, превышающих фон, и элементов-выбросов автомобильного транспорта – V, Zn, Cu, Ni, Cr. Во всех водотоках города содержание V, Cu, Hg, Sr выше ПДК<sub>рх</sub>. В подземных водах зоны активного водообмена все определяемые микрокомпоненты не превышают значений ПДК.

Ключевые слова: *природные воды, микрокомпонентный состав, ПДК, фон, химический состав.*

DOI: 10.17072/psu.geol.18.3.205

Поверхностные и подземные воды Пермской промышленной агломерации исследованы достаточно хорошо (Иконников, 1997; Бельтюков, 1998; Тюрина, 1999; Тюрина, 2018; Катаев, 2006; Щукова, 2014; Двинских, 2008; Ведерников, 2004 и др.), однако их микрокомпонентный состав изучен слабо. Это в основном связано со сложностью гидрохимического анализа и необходимостью специализированного оборудования.

Микрокомпоненты – важные составляющие качества природной воды, которые оказывают непосредственное влияние на жизнедеятельность организмов и, прежде всего, человека. Контроль содержания микрокомпонентов в природных водах имеет важное значение для охраны окружающей среды. Его главной целью является установление общих закономерностей распределения микрокомпонентов в зависимости от содержания ионов.

К группе микроэлементов относятся элементы, соединения которых встречаются в природных водах в очень малых концентрациях. Их содержание измеряется микрограммами в 1 дм<sup>3</sup> (мкг/дм<sup>3</sup>, мкг/л), часто имеет и более малые значения.

Микроэлементы представляют собой самую большую группу элементов химическо-

го состава природных вод. Условно их можно разделить на пять подгрупп:

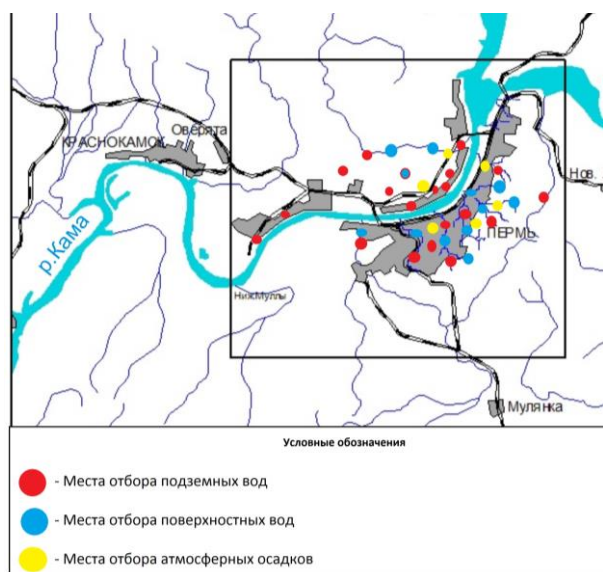
- 1) типичные катионы (Li<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup>, Be<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup> и др.);
- 2) ионы тяжелых металлов (Cu<sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>, Au<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> и др.);
- 3) амфотерные комплексообразователи (Cr<sup>+6</sup>, Mo<sup>+5</sup>, V<sup>+5</sup>, Mn<sup>+7</sup>);
- 4) типичные анионы (Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>);
- 5) радиоактивные элементы.

Основными естественными источниками появления микрокомпонентов в природных водах являются горные породы, техногенными – автотранспорт, нефтеперерабатывающая промышленность, металлургия, сельское хозяйство (Алексеев, 2001).

Фактическим материалом послужили результаты гидрохимического опробования природных вод (поверхностных, подземных, дождевых и снежных) с 2014 по 2015 г. (рис. 1). Всего проанализировано 160 проб, из них 27 снежных, 14 дождевых, 57 поверхностных и 47 подземных (родники и скважины). Опробование скважин проводилось с глубины от 12 до 60 м.

Исследования химического состава природных вод включали определение 28 микроэлементов, а также HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe<sub>общ</sub>, сухо-

го остатка, общей минерализации, рН, перманганатной окисляемости, ХПК, БПК, общей жесткости.



**Рис.1.** Схематическая карта фактического материала

Результаты гидрохимических исследований атмосферных осадков (дождь и снег) сравнивались с условным фоном, т.е. со средним значением группы проанализированных проб (при оценке средних значений экстремальновысокие концентрации элементов исключались); поверхностных вод – с нормативами предельно допустимых концентраций для водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>рх</sub>) (Двинских, 2008); подземных вод – с ГН 2.1.5.1315-03 и ГН 2.1.5.2280-07.

Полученные характеристики качества вод позволяют более детально оценить современное состояние природных вод в условиях такого крупного промышленного города, как Пермь.

### Характеристика атмосферных осадков

Климат района определяется его расположением в средних широтах восточной части Европейской равнины и характеризуется как умеренно континентальный, с умеренно теплым коротким (июнь-август) летом и продолжительной холодной зимой. Средняя годовая температура в г. Перми +1,8 °С, средняя температура июля +18°, января – -16°С.

Город оказывает сильное отепляющее воздействие на окружающую среду, в ре-

зультате чего климат города отличается от пригородной зоны.

За год в среднем выпадает 627 мм атмосферных осадков (Катаев, 2006), максимум осадков приходится на июнь-август, минимум – на февраль-март. Годовое количество осадков превышает испарение, поэтому увлажнение избыточное, что проявляется в преобладающем распространении пресных природных вод гидрокарбонатного состава.

Ветровой режим в течение года характеризуется частой повторяемостью южного и юго-западного направлений, особенно в зимнее время. Учитывая преобладающее направление ветра, можно заключить, что для территории характерен значительный вынос загрязняющих веществ в северном и северо-восточном направлениях. Летом такой перенос ослаблен и может происходить в южном направлении.

Согласно результатам гидрохимических исследований дождевые воды ультрапресные с минерализацией 28-184 мг/дм<sup>3</sup>, мягкие, слабокислые. Химический состав определяют прежде всего гидрокарбонаты, ионы кальция и сульфаты. Отмечены повышенные концентрации ионов Ca<sup>2+</sup> (1,05 фона), Mg<sup>2+</sup> (2,0 фона) и Fe<sub>раств.</sub> (1,4 фона).

В микрокомпонентном составе дождевых вод необходимо отметить одну особенность: пробы, отобранные на левобережье города, больше загрязнены, чем пробы с правого берега р. Камы. Они содержат больше элементов, превышающих условный фон и имеющих экстремальные значения концентраций, – Li (2 фона), Sc (1,7 фона), Se (1,7 фона), Sr (3,9 фона), Ba (2 фона), Hg (3 фона).

Характерные элементы выбросов автомобильного транспорта – Pb, V, Zn, Cu, Ni, Cr – также зафиксированы в пробах, отобранных на левобережных площадках исследования.

Снежные воды имеют преимущественно HCO<sub>3</sub>-Ca-SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>-NO<sub>3</sub>-Ca, HCO<sub>3</sub>-Ca-NO<sub>3</sub> и HCO<sub>3</sub>-Ca-Cl состав. Минерализация изменяется в пределах 10-50 мг/дм<sup>3</sup>, показатель рН 6,4-7,5, жесткость 0,03-0,43 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Содержание компонентов не превышает условно фоновые значения, исключением повсеместно являются ионы Ca<sup>2+</sup> (1,3 фона) и нитраты (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> до 2,25 фона), в единичных пробах – аммоний (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> до 1,8 фона) и хлориды (Cl<sup>-</sup> до 3 фона).

Наблюдается слабая зависимость минерализации от времени года, но в марте она выше, чем в ноябре-декабре. Зависимость фациального состава от минерализации отсутствует. Следует отметить, что в снежных пробах наблюдается та же особенность, что и в дождевых, – наибольшее загрязнение отмечается на левобережной части города.

### Характеристика поверхностных вод

Гидросеть исследуемой территории представлена системой рек разного порядка. Основной водной артерией является р. Кама, протяженность которой в пределах города около 70 км. Режим реки зарегулирован плотинами Камской и Воткинской ГЭС.

Впадающие в р. Каму речки и ручьи образуют на левобережье внутригородскую речную сеть. Долины притоков первого порядка почти параллельны между собой и перпендикулярны к р. Каме (реки Язовая, Большая Мотовилиха, Ива, Егошиха, Данилиха, Мулянка), второй порядок образуют их притоки – Малая Мотовилиха, Огаршиха и др. Менее значительны ручьи Грязный, Гремячий лог и др.

Все речки, кроме Мулянки, имеют длину до 10 км. Протяженность р. Мулянки – 45 км. Долины речек часто каньонообразные и интенсивно врезаны в высокие террасы р. Камы. Истоки их находятся у подножий водораздельных возвышенностей высокой равнины на отметках 150-200 м.

Наиболее крупными правыми притоками Камы в пределах исследуемого района являются Гайва, Ласьва, Малая Ласьва.

В верховьях все реки и впадающие в них ручьи несут чистые воды. В районах застройки меняются химический состав и физические свойства речных вод – они становятся мутными, часто с нефтяной пленкой на поверхности, резко возрастает содержание  $Cl$ ,  $NO_3$ ,  $SO_4$ , органических веществ. Сброс в реки горячих промышленных стоков приводит к тому, что в пределах города реки в зимний период не замерзают.

Протекая по территории Перми, реки испытывают сильное антропогенное воздействие, оказывающее влияние на их экологическое состояние. Качество воды в них ухудшается от верховьев к устью.

Воды рек Ива, Егошиха, Мулянка, Б. Мотовилиха и Гайва имеют природный  $HCO_3$ - $Ca$ - $SO_4$  состав, лишь у последней наблюдается  $HCO_3$ - $SO_4$ - $Ca$ . Воды пресные, с минерализацией 380-798 мг/дм<sup>3</sup>, слабощелочные (рН = 7,3-8,1), средней жесткости и жесткие (4,9-10,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Воды этих рек объединяет одинаковое макро- и микрокомпонентное загрязнение. Им присуще повышенное содержание сульфатов (108-129 при ПДКрх=100 мг/дм<sup>3</sup>) и соединений азота (аммоний 0,6 при ПДКрх=0,5 мг/дм<sup>3</sup>), что свидетельствует о хозяйственно-бытовом загрязнении.

В микрокомпонентном составе выявлены 3 элемента, превышение которых наблюдается во всех реках, – ванадий (1,8-3 ПДК), медь (3-5 ПДК), ртуть (3-7 ПДК). В водах р. Егошихи обнаружено также превышение таких элементов, как бор (1,1 ПДК), никель (1,1 ПДК) и цинк (1,1 ПДК)

Гидрохимический облик вод р. Данилихи наиболее подвержен техногенной трансформации – состав только  $HCO_3$ - $SO_4$ - $Ca$ , минерализация 816-1087 мг/дм<sup>3</sup>. Воды слабощелочные (рН = 7,9), жесткие (9,2-11,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Выше ПДКрх содержание сульфатов и аммония. Микрокомпонентный состав очень пестрый, количество элементов превышающих нормируемые пределы, больше, чем в других водотоках, – бор (2 ПДК), ванадий (2-2,7 ПДК), хром (1,6-1,8 ПДК), никель (1,5 ПДК), медь (2-2,7 ПДК), молибден (1,2-1,3 ПДК), вольфрам (1,5-3 ПДК), ртуть (7-10 ПДК).

Воды р. Камы в черте города подвержены техногенному влиянию, но в умеренной степени. Они имеют только гидрокарбонатный состав, ультрапресные, пресные с минерализацией 60-487 мг/дм<sup>3</sup>. Фациальный состав вод, кроме гидрокарбонатов, определяется ионами кальция, сульфатами и хлоридами. Все определяемые макрокомпоненты не превышают значений ПДКрх, за исключением железа общего. Его концентрация достигает 0,11-0,22 при ПДКрх 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Микрокомпонентный состав пестрый – алюминий, ванадий, марганец, медь и ртуть имеют повышенные значения (от 1,5 до 5 ПДК).

Однако необходимо выделить показатель

перманганатной окисляемости, значения которого 3,9-19,3 мгО/дм<sup>3</sup>, при среднем значении по всем рекам города 3,3 мгО/дм<sup>3</sup>. Под воздействием органики активно мигрируют катионогенные элементы и элементы с переменной валентностью, чем во многом объясняется наличие большого количества марганца и алюминия только в камской воде.

Ещё одной особенностью является заметное увеличение их содержания в весенний период (рис.2), что, вероятно, связано с таянием снега и привнесением данных элементов с площади водосбора.

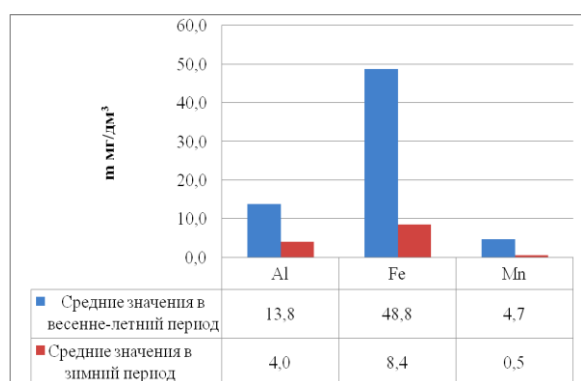


Рис. 2. Сезонные колебания содержания  $Fe_{общ}$ , Al, Mn в камской воде

### Характеристика подземных вод

Исходя из особенностей геологического строения и гидрогеологических условий в зоне активного водообмена в пределах территории Пермской агломерации выделяются следующие гидрогеологические подразделения (Катаев, 2006):

- водоносные горизонты четвертичных отложений (aQ, a-dQ);
- шешминский терригенный слабОВОдоносный локально-водоносный комплекс (P<sub>1</sub> šš);
- соликамская терригенно-карбонатная водоносная свита (P<sub>1</sub> sl).

Довольно часто в четвертичных отложениях формируются техногенные водоносные горизонты и верховодка, происхождение которой чаще всего также имеет техногенный характер.

Отложения четвертичного возраста в районе г. Перми практически сплошным чехлом покрывают палеозойские породы и представлены комплексом рыхлых континентальных осадков, среди которых преоблада-

ют аллювиальные, элювиально-делювиальные, озерно-болотные и техногенные. Шешминский терригенный комплекс – это толща красноцветных, переслаивающихся в вертикальном разрезе, замещающихся и выклинивающихся по простиранию песчаников, алевролитов, аргиллитов с прослоями и линзами известняков, мергелей. Характерной особенностью разреза является его загипсованность и известковистость. Соликамская свита сложена терригенно-карбонатными породами (переслаивание известняков, мергелей, песчаников, доломитов, аргиллитов, алевролитов, глиен) с прослоями гипсов и ангидритов (Катаев, 2006).

Грунтовые воды четвертичного аллювиального горизонта, опробованные на правом берегу р. Камы (микрорайоны Закамск, Верхняя Курья) гидрокарбонатного и сульфатного состава, пресные (с минерализацией, не превышающей 500 мг/дм<sup>3</sup>). Фациальный облик разнообразен (HCO<sub>3</sub>-Ca-Cl, HCO<sub>3</sub>-Ca-SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca, SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Ca, SO<sub>4</sub>-Ca-Cl(HCO<sub>3</sub>) гидрохимические фации). Хлориды присутствуют в составе гидрохимических фаций практически всех проб. Воды мягкие и средней жесткости (3,6-5,2 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Показатель pH равен 5,8-8,2, воды имеют слабокислую и слабощелочную среду. В отдельных пробах зафиксированы превышения ПДК азотистых соединений – NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (46-50 при ПДК 45 мг/дм<sup>3</sup>) и NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (9-34 при ПДК 3,3 мг/дм<sup>3</sup>).

Необходимо отметить, что сульфатные воды со слабокислой средой распространены в микрорайоне Закамск, слабощелочные гидрокарбонатные воды – в Верхней Курье.

Из микрокомпонентов фоновые значения превышают стронций, барий и бор. Однако превышений ПДК не обнаружено.

Из-за малой защищённости грунтовых вод и их активной взаимосвязи с поверхностью наблюдается значительное увеличение ряда микрокомпонентов в период таяния снега, уровень колебания которых отражен на диаграмме (рис. 3).

Подземные воды шешминского терригенного слабОВОдоносного локально-водоносного комплекса преимущественно гидрокарбонатного состава, реже сульфатного. Наибольшее распространение имеет природная HCO<sub>3</sub>-Ca-SO<sub>4</sub> гидрохимическая фация,

меньшее –  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$ ,  $\text{HCO}_3\text{-Ca-NO}_3$ ,  $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca}$ . Воды от пресных до солоноватых, с минерализацией от 300 до 1193 мг/дм<sup>3</sup>. Повышенные значения минерализации связаны с высоким содержанием, прежде всего, сульфатов, в меньшей степени – нитратов. По величине рН воды близки к нейтральным; средней жесткости, жесткие и очень жесткие. Максимальные значения общей жесткости достигают 10,7-15,0 мг-экв/дм<sup>3</sup> (родники в долинах рек Б. Мотовилиха, Егошиха, Данилиха и Язювая). Из макрокомпонентов только концентрация  $\text{NO}_2^-$  выше нормируемых пределов (5-118 при ПДК 3,3 мг/дм<sup>3</sup>) и  $\text{NO}_3^-$  (60-120 при ПДК 45 мг/дм<sup>3</sup>).

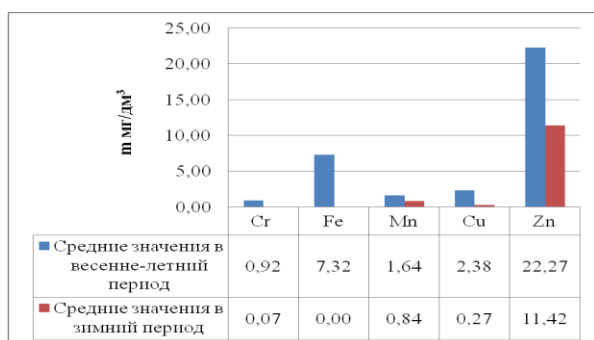


Рис. 3. Сезонные колебания содержания Cr, Fe, Mn, Cu, Zn в грунтовых водах четвертичных отложений

Содержание всех микрокомпонентов не превышают ПДК.

Аналогично грунтовым водам четвертичных отложений в подземных водах шешминского терригенного комплекса отмечается значительное увеличение отдельных микрокомпонентов (Cr, Fe, V) в период таяния снега (рис. 3).

### Заключение

Современный город Пермь – крупный промышленный центр Западного Урала, где развиты нефтеперерабатывающая, химическая, приборо- и машиностроительная, целлюлозно-бумажная, металлургическая и другие отрасли промышленности. Очевидно, что все компоненты природной среды подвержены загрязнению в той или иной степени, не являются исключением и природные воды.

В результате гидрохимического опробования и анализа природных вод (дождевых, снежных, речных и подземных) на террито-

рии Пермской градопромышленной агломерации было установлено, следующее.

1. **Дождевые воды** имеют гидрокарбонатный состав, ультрапресные, с минерализацией 28-184 мг/дм<sup>3</sup>, мягкие, слабокислые; из микрокомпонентов превышают условный фон Li (2 фона), Sc (1,7 фона), Se (1,7 фона), Sr (3,9 фона), Ba (2 фона), Hg (3 фона); характерные элементы выбросов автомобильного транспорта – V, Zn, Cu, Ni, Cr – зафиксированы в пробах, отобранных на левобережных площадках исследования.

2. **Снежные воды** также имеют гидрокарбонатный состав. Их минерализация (10-50 мг/дм<sup>3</sup>) меньше, чем дождевых, что связано с промерзанием почвенного покрова и специфичностью поглощения частиц из атмосферы кристаллическими формами осадков; наблюдается слабая зависимость минерализации от времени года, но в марте она выше, чем в ноябре-декабре; дождевые и снежные пробы, отобранные на левобережье города, имеют большее загрязнение, чем пробы с правого берега р. Камы. Они содержат больше элементов, превышающих фон и имеющих экстремальные значения концентраций.

3. **Поверхностные воды** тоже подвержены техногенному влиянию. Несмотря на их гидрокарбонатный состав, в речных водах повышены минерализация, содержание сульфатов, азотистых соединений, общая жесткость и показатель рН; высокие концентрации V, Cu, Hg, Sr зафиксированы во всех водотоках, их содержание выше ПДКрх. Повышенное содержание меди и стронция является естественной региональной особенностью территории Западного Урала и связано с повсеместным распространением в верхней части геологического разреза терригенных отложений шешминского горизонта уфимского яруса приуральского отдела пермской системы, для толщи которого характерны загипсованность и медистые песчаники. Только в камской воде отмечаются  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , Al, Mn (от 1,5 до 5 ПДКрх) и повышенные значения перманганатной окисляемости (4-19 мгО/дм<sup>3</sup>). Во всех других водотоках перманганатная окисляемость значительно меньше (1-6 мгО/дм<sup>3</sup>). Максимальное содержание преобладающего количества микрокомпонентов характерно для весенних проб (май), минимальное – для летних (август). Вероят-

но, это связано с поступлением в водотоки загрязненных талых вод с водосборных площадей.

4. **Подземные воды** четвертичных отложений, опробованные на правом берегу р. Камы, гидрокарбонатного и сульфатного состава, пресные, с минерализацией, не превышающей 500 мг/дм<sup>3</sup>. Фациальный облик пестрый. Воды мягкие и средней жесткости, со слабокислой и слабощелочной средой. Зафиксированы превышения ПДК только нитратов и нитритов. Подземные воды шешминского терригенного комплекса преимущественно гидрокарбонатного состава, реже сульфатного. Воды от пресных до солоноватых. Повышенные значения минерализации связаны с высоким содержанием прежде всего сульфатов, в меньшей степени нитратов. По величине рН воды близки к нейтральным, средней жесткости, жесткие и очень жесткие. Только концентрация нитратов и нитритов выше нормируемых пределов. Содержание всех определяемых микрокомпонентов не превышает ПДК как в грунтовых водах четвертичных отложений, так и шешминского водоносного комплекса. В подземных водах зафиксировано значительное увеличение ряда микрокомпонентов в период таяния снега. Исследования микрокомпонентного состава природных вод необходимо продолжить для установления многолетних особенностей и закономерностей в условиях большого города.

#### Библиографический список

- Алексеев А.И.* Химия воды / СЗТУ. СПб., 2001.
- Бельтюков Г.В., Щукова И.В.* Оценка изменения гидрогеологической обстановки в условиях промышленной городской агломерации // Экология города: матер. регион. науч.-техн. конф. Пермь, 1998. С. 8-10.
- Ведерников В.П.* Особенности родникового стока в долинах рек левобережной части г. Перми // Гидрогеология и карстоведение: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2004. Вып. 15. С. 255-257.
- Двинских С.А., Китаев А.Б., Зуева Т.В., Щукова И.В.* Водные объекты и их роль в формировании экологической обстановки города Перми: учеб. пособие для учителей сред. учеб. завед., студ. вузов / Перм. гос. ун-т. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь, 2008. 175 с.
- ГН 2.1.5.1315-03.* Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003.
- ГН 2.1.5.2280-07.* Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения к ГН 2.1.5.1315-03. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 27.09.2007.
- Двинских С.А., Бельтюков Г.В.* Возможности использования системного подхода в изучении географических пространственно-временных образований. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1992. 245 с.
- Иконников Е.А., Щукова И.В.* Карта загрязнения подземных вод города Перми // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: матер. регион. конф. Пермь, 1997. С. 261-262.
- Малеев К.И., Бельтюков Г.В., Двинских С.А. и др.* Закамск. Экология и здоровье. Пермь, 1993.
- Нормативы* качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Утверждены приказом Росрыболовства № 20 от 18.01.2010.
- Катаев В.Н., Щукова И.В.* Подземные воды города Перми / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2006. 142 с.
- Родники Перми.* Качество и возможность использования подземных источников питьевого водоснабжения в г. Перми / Гос. комитет по охране окружающей среды Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. 90 с.
- Тюрина И.М.* Трансформация химического состава грунтовых вод урбанизированных территорий // Труды XI съезда Русского географического общества. СПб., 1999. С. 105-106.
- Тюрина И.М., Патрушев Н.В.* Ретроспективный анализ кислотно-щелочных условий грунтовых вод города Перми // Вестник Пермского университета. Геология. 2018. Т. 17, № 2. С. 112-119.
- Щукова И.В.* Проблема качества питьевой воды (на примере г. Перми) // Современные проблемы науки и образования. М., 2014. № 6. С. 24-27. URL: [www.science-education.ru/120-15810](http://www.science-education.ru/120-15810).
- Щукова И.В.* Современное состояние подземных вод района развития соляного карста на территории Пермского края // Естественные и технические науки. М., 2014. С. 46-50.

Щукова И.В., Наумов Д.Ю. Качество бутилированной воды в Прикамье // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: матер. регион. науч.-практ. конф. / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2014. С. 99-102.

Щукова И.В., Кивилёва З.В. Качество воды водозаборных скважин в районах малоэтажной застройки городских агломераций // Успехи современной науки. Белгород, 2016.Т.10,№ 11, С. 87-90.

## Peculiarities of Micro-Component Composition of Natural Waters of the Perm Urban Area

I.V. Shchukova, V.N. Kazakov

Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia

E-mail: [shchukova-i@mail.ru](mailto:shchukova-i@mail.ru); [cazakov.valentin@yandex.ru](mailto:cazakov.valentin@yandex.ru)

The micro-component composition of natural waters in the Perm urban-industrial agglomeration is poorly studied. The authors conducted studies of surface, underground, rain and snow waters in different phases of the hydrological cycle. As a result, it was found that rain and snow waters on the left bank of the Kama River are characterized by the highest pollution, and contain more elements than the background and elements emitted by road transport (V, Zn, Cu, Ni, Cr). In all watercourses of the city, the content of V, Cu, Hg, Sr is higher than the Maximum Contamination Level (MCL). In underground waters of the active water exchange zone, all the observed micro components do not exceed the MCL values.

Key words: *natural waters; micro-component composition; MCL; background; chemical composition.*

### References

Alekseev A.I. 2001. Khimiya vody [Chemistry of water]. St. Petersburg, SZTU. (in Russian)

Beltyukov G.V., Shchukova I.V. 1998. Otsenka izmeneniya gidrogeologicheskoy obstanovki v usloviyakh promyshlennoy gorodskoy aglomeratsii [Assessment of changes in the hydrogeological situation in the conditions of industrial urban agglomeration]. In: Ekologiya goroda. Proc. conf., Perm, pp.8-10. (in Russian)

Vedernikov V.P. 2004. Osobennosti rodnikovogo stoka v dolinakh rek levoberezhnoy chasti g. Permi [Features of spring runoff in the river valleys of the left bank part of Perm]. In: Gidrogeologiya i karstovedenie. Perm. Univ., 15:255-257. (in Russian)

Vodnye obyekty i ikh rol v formirovaniy ekologicheskoy obstanovki goroda Permi [Water bodies and their role in formation of the environmental situation of the city of Perm]. S.A. Dvinskikh, A.B. Kitaev, T.V. Zueva, I.V. Sschukova (Eds.), Perm. State Univ., Perm, 2008, p. 175. (in Russian)

GN 2.1.5.1315-03. Gigienicheskie normativy. Predelno dopustimye koncentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob'ektov khozyajstvenno-pitevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya [Health standards. Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in water of water bodies of economic, drinking, cultural, and domestic water use. (in Russian)

GN 2.1.5.2280-07. Gigienicheskie normativy. Predelno dopustimye koncentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob'ektov kho-

zyajstvenno-pitevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya [Health standards. Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in water of water bodies of economic, drinking, cultural, and domestic water use]. (in Russian)

Dvinskikh S.A., Beltyukov G.V. 1992. Vozmozhnosti ispolzovaniya sistemnogo podkhoda v izuchenii geograficheskikh prostranstvenno-vremennykh obrazovaniy [Possibility of using a systematic approach to the study of spatial and temporal formations]. Irkutsk, Publishing house Irkut. Univ., p. 245. (in Russian)

Ikonnikov E.A., Shchukova I.V. 1997. Karta zagryazneniya podzemnykh vod goroda Permi [Map of the groundwater contamination in the city of Perm]. In: Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala. Proc. conf. Perm, pp. 261-262. (in Russian)

Maleev K.I., Beltyukov G.V., S.A. Dvinskikh, et al. 1993. Zakamsk. Ekologiya i zdorovie [Zakamsk area. Ecology and health]. Perm. (in Russian)

Normativy kachestva vody vodnykh ob'ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativy predelno dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya [Water quality standards of fishery water bodies including standards of maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of fishery water bodies]. (in Russian)

Kataev V.N., Shchukova I.V. 2006. Podzemnye vody goroda Permi [Underground waters of the Perm city]. Perm State Univ., Perm, p. 142. (in Russian)

Rodniki Permi. Kachestvo i vozmozhnost ispolzovaniya podzemnykh istochnikov pitevogo vodos-

nabzheniya v g. Permi [Perm Springs. Quality and possibility of using the underground sources of drinking water supply in Perm]. Committee for environmental protection of Perm region. Perm, Publishing house Perm. Univ., 1998, p. 90. (in Russian)

*Tyurina I.M.* 1999. Transformatsiya khimicheskogo sostava gruntovykh vod urbanizirovannykh territoriy [Transformation of the chemical composition of groundwater in urban areas]. *In: Proceedings of the XI Congress of the Russian geographical society.* SPb., pp. 105-106. (in Russian)

*Tyurina I.M., Patrushev N.V.* 2018. Retrospektivnyy analiz kislotno-shchelochnykh usloviy gruntovykh vod goroda Permi [Retrospective Analysis of Acid-Alkaline Conditions of Ground Water within the Perm Area]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya.* 17(2):112-119. (in Russian) doi: 10.17072/psu.geol.17.2.112

*Shchukova I.V.* 2014. Problema kachestva pitevoy vody (na primere g. Permi) [The problem of drinking water quality (on example of Perm)]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 6:24-27.

URL: [www.science-education.ru/120-15810](http://www.science-education.ru/120-15810). (in Russian)

*Shchukova I.V.* 2014. Sovremennoe sostoyanie podzemnykh vod rayona razvitiya solyanogo karsta na territorii Permskogo kraya [Current state of groundwater in the area of salt karst development in the Perm region]. *In: Natural and technical Sciences.* Moscow, pp. 46-50. (in Russian)

*Shchukova I.V., Naumov D.Yu.*, 2014. Kachestvo butilirovannoy vody v Prikamie [The quality of bottled water in the Kama region]. *In: Geology and mineral resources of the Western Urals. Proc. conf.* Perm. PGU. pp. 99-102. (in Russian)

*Shchukova I.V., Kivileva Z.V.* 2016. Kachestvo vody vodozabornykh skvazhin v rayonakh maloetazhnoy zastroyki gorodskikh aglomeratsiy [Water quality of intake wells in areas of low-rise development of urban agglomerations]. *Uspekhi sovremennoy nauki.* 11(10):87-90. (in Russian)