

## Влияние атмосферных осадков на химический состав поверхностных вод на территории Улан-Удэнского промышленного узла

© Д. И. Жамбалова

*Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия*  
dachima@mail.ru

За последние 5 лет в г. Улан-Удэ наблюдается неуклонный рост загрязнения воздуха примесями. Промышленные выбросы в зимнее время плохо рассеиваются и концентрируются в атмосфере, что приводит к многократным превышениям предельно-допустимых концентраций. Зафиксированы разовые превышения в 30 и более раз. Атмосферные осадки вымывают из воздуха значительную часть газообразных и твердых частиц, поставляя их в дальнейшем в поверхностные и подземные воды. В связи с этим, изучен химический состав атмосферных вод, снежного покрова, поверхностных вод р. Селенги и р. Уда. Получены данные по изотопному составу кислорода  $\delta^{18}\text{O}$  и водорода  $\delta\text{D}$  в атмосферных и поверхностных водах г. Улан-Удэ. Минерализация в свежес выпавших атмосферных осадках 25-50 мг/л, в пробах снежного покрова 80-130 мг/л. Поверхностные воды — гидрокарбонатные магниево — кальциевые. Минерализация воды в р. Уда на территории промузла увеличивается до 176 мг/л. Вода в р. Селенга разбавляется притоками, ниже города зафиксировано загрязнение нитритами, железом, марганцем, цинком и медью.

**Ключевые слова:** снежный покров; химический состав; стабильные изотопы кислорода и водорода.

Улан-Удэнский промышленный узел расположен на территории Иволгинской межгорной мезозойской впадины, у слияния рек Селенги и Уды. Для нашего региона характерен резкоконтинентальный климат с продолжительной зимой и коротким теплым летом. В зимнее время устанавливается сибирский антициклон. Количество осадков в среднем 270 мм в год. Малооблачная безветренная погода препятствует рассеиванию загрязняющих веществ. Выбросы в атмосферу от предприятий теплоэнергетики и промышленности, автотранспорта, концентрируются в воздухе и в следствие, комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в городе выше 14. На протяжении последнего десятилетия г. Улан-Удэ в Приоритетном списке городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. В 2017г, по данным Бурятского Гидрометцентра, превышены предельно-допустимые концентрации (ПДК) в воздухе по бензапирену в среднем в 7,6 раз, по пыли и взвешенным частицам в 1,8 раз. Разовое превышение ПДК по бензапирену достигло 31, сероводороду — 4,5, фенолу — 4,2, диоксиду азота — 1,2, аммиаку — 1,3, формальдегиду — 1,1, взвешенным частицам — 3,6, мелкодисперсной пыли — 6,1. В 2018г. по бензапирену зафиксировано разовое превышение ПДК в 37 раз. За последние 5 лет наблюдается неуклонный рост загрязнения воздуха практически всеми примесями, контролируемые Бурятским ЦГМС [4].

Для изучения влияния загрязненной атмосферы на окружающую среду, отбирались пробы атмосферных осадков, снегового покрова, поверхностных вод на макро и микрокомпонентный анализ. Изучался изотопный состав кислорода  $\delta^{18}\text{O}$  и водорода  $\delta\text{D}$ . Методика исследования снежного покрова хорошо разработана и широко используется для геохимических исследований [1, 2]. Отбор проб

снега производился в 15 точках города в конце периода снегонакопления. Отбирали по всей толще снегового покрова, за исключением слоя, соприкасающегося с почвой. Единичные пробы атмосферных вод отбирали периодически в течение года. Опробование поверхностных вод осуществлялось во время весеннего половодья в р. Селенга в 2 км выше города (район п. Вознесенка) и 0,5 км ниже сброса сточных вод городских очистных сооружений (ст. Дивизионная), р. Уда — в 1 км выше города, в городе в районе проспекта Автомобилистов и в районе Центрального рынка. Макрокомпонентный состав проб определяли общепринятыми гидрохимическими методами, содержание микроэлементов в жидкой фракции анализировали методом ICPMS на масс-спектрометре Element XR, в твердой фракции с последующим озолением методом ICP-AES на приборе OPTIMA 2000, стабильные изотопы кислорода и водорода воды — на газовом масс-спектрометре Финниган MAT 253. Все аналитические работы проведены в аттестованных лабораториях ГИН СО РАН.

Минерализация свежеснеговых атмосферных вод в течение года невысокая, в среднем 25-50 мг/л. Воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые. В зимний период возрастает минерализация до 80-100 мг/л, состав меняется на хлоридно-гидрокарбонатный и сульфатно-гидрокарбонатный. В катионном составе преобладают кальций, магний, реже натрий. Периодически зафиксированы нитриты и ионы аммония. Относительно атмосферных вод с минерализацией 350-370 мг/л, изученных в центральной экологической зоне озера Байкал, данные пробы чище в 3-4 раза [3]. Значения дейтерия в снеге -127,5 — -135,4 ‰ и кислорода-18 — -16 — -19,6 ‰, в дожде -92 — -94‰, -11 — -12,6 ‰ соответственно.

В пробах снежного покрова минерализация в среднем 80-130 мг/л. По составу воды хлоридно-гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные, хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные натриевые. Практически во всех пробах зафиксированы содержания нитрит-ионов от 0,05 до 0,7 мг/л, ионов аммония от 0,1 до 0,5 мг/л. Относительные содержания дейтерия изменяются от -175,1 до — 253,7 ‰ и кислорода-18 — от -24,9 до -32,8 ‰. В снеговых водах содержание микроэлементов выше в 3-5 раз, чем в свежеснеговых осадках.

Поверхностные воды р. Уды — гидрокарбонатные магниево-кальциевые, минерализация выше города 140 мг/л, при прохождении по территории города увеличивается до 176 мг/л, затем снижается до 154 мг/л. Нитритов не обнаружено, содержание ионов аммония 0,06-0,15 мг/л. Воды р. Селенги, в точке отбора выше города, по химическому составу гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией 195 мг/л, после слияния с р. Уда ниже города в районе ст. Дивизионная, минерализация равна 175 мг/л. Характерно появление нитрит-ионов (0,04 мг/л), в пробе выше города они отсутствовали. Содержание ионов аммония 0,2 мг/л. Из микроэлементов медь, цинк, кадмий, железо и марганец периодически превышают ПДК<sub>рыб/хоз</sub>. Относительные содержания дейтерия изменяются от -118,5 до — 120,3 ‰ и кислорода-18 — от -14 до -16 ‰.

Все атмосферные выбросы несомненно вносят свой вклад на состояние поверхностных вод, т. к. атмосферные воды один из основных факторов формирования поверхностных и подземных вод. Для изучения количественного вклада атмосферной составляющей необходимо проводить круглогодичный мониторинг.

### Литература

1. Василенко В. Н., Назаров И. М., Фридман Ш. Ф. Мониторинг загрязнения снежного покрова. — Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 181 с.
2. Методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения территории городов химическими элементами. — М.: ИМГРЭ, 1982. — 112 с.
3. Плюснин А.М., Жамбалова Д.И. Взаимодействие загрязненных метеорных вод с почвогрунтами Усть-Селенгинской впадины // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2016. — № 1. — С. 33–42.
4. URL: <http://www.burpogoda.ru/monitoring/zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha>.

### **The influence of atmospheric precipitation on the chemical composition of surface waters in the area of Ulan-Ude industrial node**

**D. I. Zhambalova**

*Geological Institute Siberian Branch Russian Academy of Sciences,  
Ulan-Ude, Russia  
dachima@mail.ru*

Over the past 5 years in Ulan-Ude there has been a steady increase in air pollution by impurities. Industrial emissions in winter are poorly dispersed and concentrated in the atmosphere, which leads to multiple excess of the maximum permissible concentrations. One-time excesses of 30 or more times were recorded. Atmospheric precipitation flushes out a significant amount of gaseous and solid particles from the air, supplying them later to surface and groundwater. In this connection, the chemical composition of atmospheric waters, snow cover, surface waters of the rivers Selenga and Uda was studied. We obtained the data on the isotope composition of oxygen  $\delta^{18}\text{O}$  and hydrogen  $\delta\text{D}$  in atmospheric and surface waters of Ulan-Ude. The mineralization in freshly fallen atmospheric precipitation is 25-50 mg/l, in the snow cover samples 80-130 mg/l. Surface waters are hydrocarbonate magnesium-calcium. The mineralization of Uda river water in the territory of the industrial node increases to 176 mg/l. Water in Selenga river is diluted by tributaries, below the city the pollution with nitrites, iron, manganese, zinc and copper is recorded.

**Keywords:** snow cover; chemical composition; stable isotopes of oxygen and hydrogen.