

УДК 546.62

## Алюминий в природных водах Верхней Оби

О.М. Меринова<sup>1</sup>, Т.В. Носкова<sup>2</sup>, Е.Г. Ильина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

<sup>2</sup> Институт водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул, Россия)

## Aluminum in Natural Waters of the Upper Ob

O.M. Merinova<sup>1</sup>, T.V. Noskova<sup>2</sup>, E.G. Ilina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Altai State University (Barnaul, Russia)

<sup>2</sup> Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Barnaul, Russia)

В настоящее время достоверно доказано, что алюминий оказывает разноплановые токсические воздействия на животные и растительные организмы. Поэтому очень важен контроль содержания алюминия в природных водах, используемых как для рыбохозяйственного, так и хозяйственно-питьевого водопользования. Целью нашей работы являлась оценка содержания растворенных форм алюминия в природных водах р. Оби на участках, используемых для водоснабжения крупных промышленных центров (Барнаул и Бердск) Верхней Оби и изучение их распределения по глубине и ширине реки. Проведенные исследования показали, что содержание растворенных форм алюминия в воде Бердского залива по вертикали реки резко снижается, в зимний период наблюдается повышение концентрации по сравнению с осенним периодом. Кроме того, обнаружено превышение концентрации растворенных форм алюминия в 2–4 раза по сравнению со значением ПДК<sub>рх</sub> в воде р. Оби в районе Бердска в зимний период. Содержание растворенных форм алюминия в воде р. Оби в районе Барнаула в целом соответствует нормативу качества, определенному для вод, имеющих рыбохозяйственный статус. Превышение ПДК<sub>рх</sub> в 1,5 раза обнаружено в створе, находящемся ниже по течению от водозабора № 1.

**Ключевые слова:** алюминий, растворенные формы, флуориметрический метод, створ отбора, глубина реки.

DOI 10.14258/izvasu(2014)3.2-30

Алюминий занимает третье место по распространенности в земной коре и содержится практически в любой природной воде, в которую попадает естественным путем при частичном растворении глинистых и алюмосиликатов, а также в результате промышленных выбросов с атмосферными осадками или сточными водами. В природных водах алюминий присутствует в ионной, коллоидной и взвешенной формах. Его миграционная способность в воде высокая, при этом образуются довольно устойчивые

Now it is proved that aluminum makes versatile toxic impacts on animals and plants. Therefore control of aluminum content in natural waters used both for fishery and for economic and drinking water use is very important. The aim of this research was the assessment of dissolved forms of aluminum content in natural waters of the River Ob on the sites used for water supply of large industrial centers (Barnaul and Berdsk) of the Upper Ob and the study of its depth and width distribution in the river. The conducted researches have shown that the content of the dissolved forms of aluminum in water of the Berdsk Gulf down the river sharply decreases. During winter period the concentration increase in comparison with autumn period was observed. 2–4 times concentration exceedance of aluminum dissolved forms in comparison with maximum permissible concentrations for fishery water has been found in the river Ob water near Berdsk during the winter period. Aluminum dissolved forms content in the Ob water near Barnaul on the whole answers primary fishery water standard. 1,5 times exceedance of maximum permissible concentrations for fishery water has been found in the river alignment downstream from Water Intake No. 1.

**Key words:** aluminum, dissolved form, fluorimetric method, sampling alignment, the depth of the river.

комплексы, в том числе органоминеральные [1, с. 9]. Растворенные формы алюминия разнообразны: при значениях pH < 4,5 в растворе преобладают ионы Al<sup>3+</sup>, при pH 5–6 — ионы Al(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup>, при pH > 7 — ионы Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> [2, с. 59].

До 60-х гг. XX в. алюминий считался инертным металлом, и немногочисленные исследования, касающиеся его токсичного влияния на людей и животных, не получали должного внимания [3, с. 38]. В настоящее время достоверно доказано, что алю-

миний оказывает разноплановые токсические воздействия на теплокровные организмы. Как сильный нейротоксин, он может нарушать дородовое и послеродовое развитие мозга у человека и животных, изменяет энергообмен в клетках, в результате чего клетки, теряя способность к нормальному размножению, начинают делиться хаотично, порождая опухоли. Алюминий тормозит усвоение кальция, магния, железа, витаминов В<sub>6</sub> и С, некоторых серосодержащих аминокислот и фосфора в живых организмах, поэтому интоксикация соединениями алюминия ведет к необратимым последствиям в организме и сокращению жизни человека [4, с. 304; 5, с. 2633; 6, с. 158; 7 с. 155]. Этот металл также очень токсичен для рыб и растений [8, с. 289–309; 9, с. 1–8]. Наличие ионов алюминия вызывает ограничение ро-

ста и урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому очень важен контроль содержания алюминия в природных водах, используемых как для рыбохозяйственного, так и хозяйственно-питьевого водопользования.

Целью нашей работы являлась оценка содержания растворенных форм алюминия в природных водах р. Оби на участках, используемых для водоснабжения крупных городов и промышленных центров (Барнаул и Бердск) Верхней Оби и изучение их распределения по глубине и ширине реки.

Пробы воды в Бердском залива Новосибирского водохранилища взяты в двух точках 8.2 и 9.2 (рис. 1). Пробы отбирались с разных глубин и в различные сезоны года с октября 2013 по февраль 2014 г. Расстояние между точками отбора составило 3 км.



Рис. 1. Карта-схема отбора проб воды в Бердском заливе Новосибирского водохранилища

Пробы воды в р. Оби вблизи Барнаула отобраны с глубины 0,2 h (h — глубина реки) в феврале 2014 г. Были выбраны три створа, пробы в которых отбирались в трех точках (1 — левый берег; 2 — середина реки; 3 — правый берег). Створ 1 располагается в 7 км выше Барнаула и выбран в качестве фонового, поскольку не испытывает техногенного влияния города. Створы 1Б и 2, расположенные выше и ниже р. Барнаулки, характеризуют ее вклад в загрязнение воды р. Оби. Также отобраны пробы воды в трех точках (устье р. Барнаулки и вблизи места выпуска очищенных сточных вод КОС-1 и КОС-2), подверженных антропогенному воздействию Барнаула (рис. 2).

Пробы отобраны в пластиковые бутылки, отфильтрованы через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм в атмосфере инертного газа аргона и законсервированы соляной кислотой марки о.с.ч. до рН ≤ 2.

Определение алюминия проводили флуориметрическим методом на приборе «Флюорат 02-3М» по методике, разработанной компанией Люмэкс [10, с. 1].

Проведенные нами исследования показали, что содержание растворенных форм алюминия в воде Бердского залива по вертикали реки резко снижается, что, вероятнее всего, обусловлено течением. Осенью концентрация алюминия в обеих отбираемых точках была ниже, чем зимой (рис. 3). В точке 8.2 в октябре 2013 г. концентрация алюминия оказалась меньше предела обнаружения флуориметрического метода анализа. Содержание растворенных форм алюминия в воде р. Оби в Бердском заливе Новосибирского водохранилища в зимний период составило 2–4 ПДК<sub>рх</sub>, определенного нормативом для рыбохозяйственных водоемов [11, с. 2], но не достигает ПДК<sub>в</sub> для водоемов питьевого и культурно-бытового назначения.

Концентрация ионов алюминия в фоновом створе 1 вблизи Барнаула ниже ПДК<sub>рх</sub>. В створе 1Б концентрация незначительно увеличивается, превышая ПДК<sub>рх</sub> в 1,5 раза, но в следующих точках отбора происходит уменьшение концентрации алюминия (рис. 4). В точках створах (по ширине реки) содержание алюминия в пределах точности определения однородно.

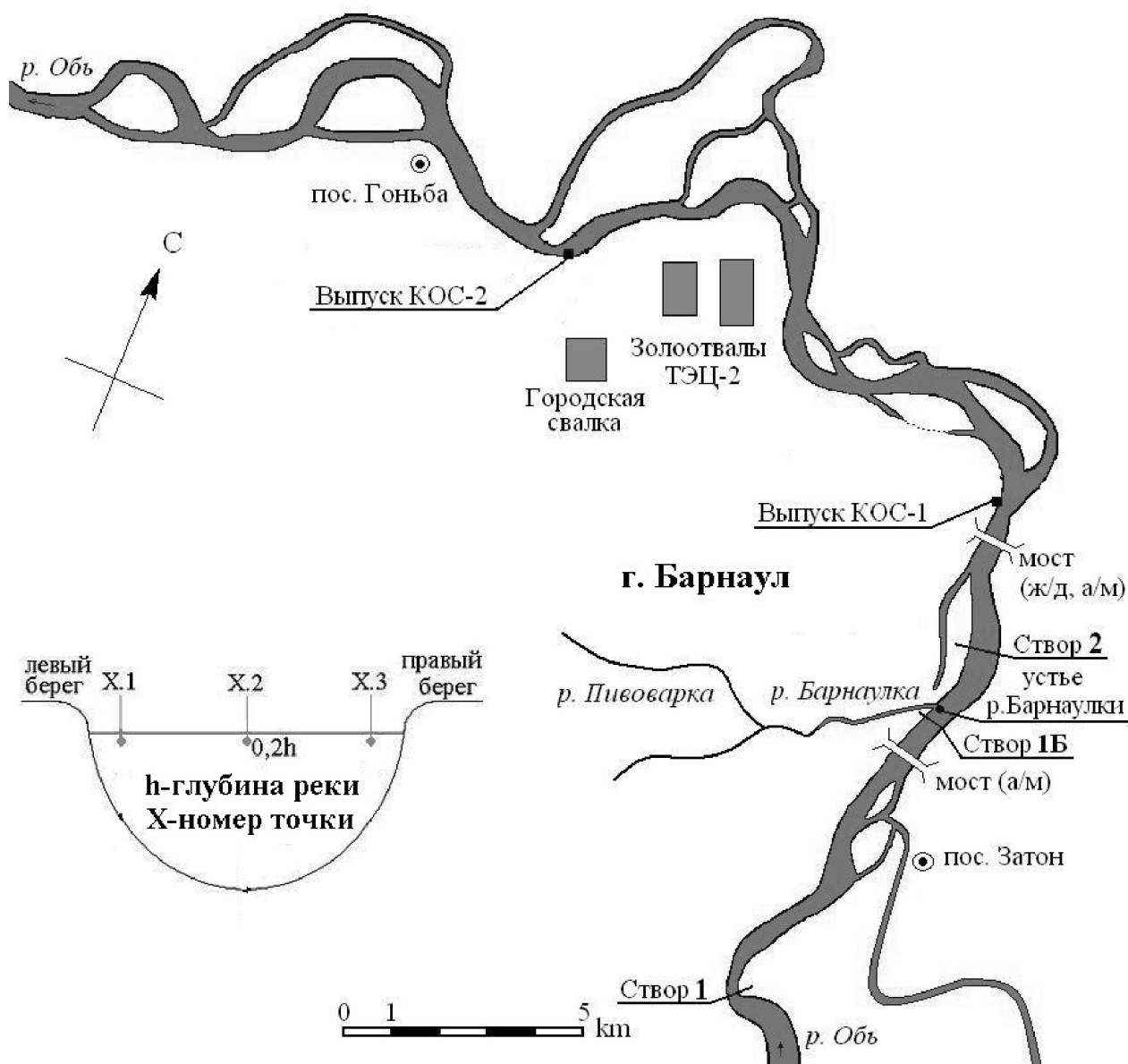


Рис. 2. Карта-схема отбора проб около Барнаула

Таким образом, по проделанной работе можно сделать следующие выводы.

Содержание растворенных форм алюминия в воде р. Обь, вблизи такого крупного центра, как Барнаул, соответствует нормативу качества, определенному для вод, имеющих рыбохозяйственный статус. Антропогенного загрязнения алюминием на данном участке река практически не испытывает. Исключение составляет створ 1Б, находящийся ниже по течению от водозабора № 1. По створу (ширине реки) концентрация алюминия распределяется равномерно в пределах погрешности измерения.

В районе промышленного города Бердска концентрация растворенных форм алюминия в воде р. Оби в зимний период превышает ПДК<sub>рх</sub> в 2–4 раза. Концентрация ионов алюминия по вертикали водного столба в исследуемых точках Бердского залива Новосибирского водохранилища неравномерна, что, очевидно, вызвано течениями.

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении экспедиционных работ сотрудникам ИВЭП СО РАН.

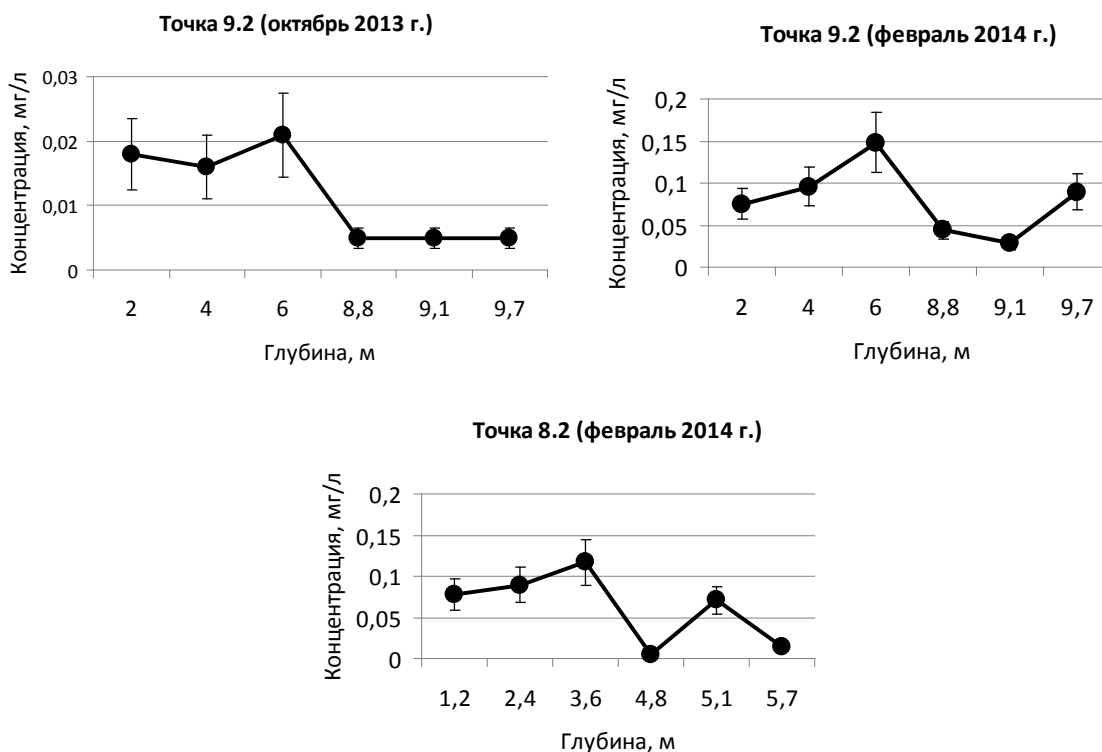


Рис. 3. Изменение концентрации растворенных форм алюминия в воде Бердского залива в зависимости от глубины

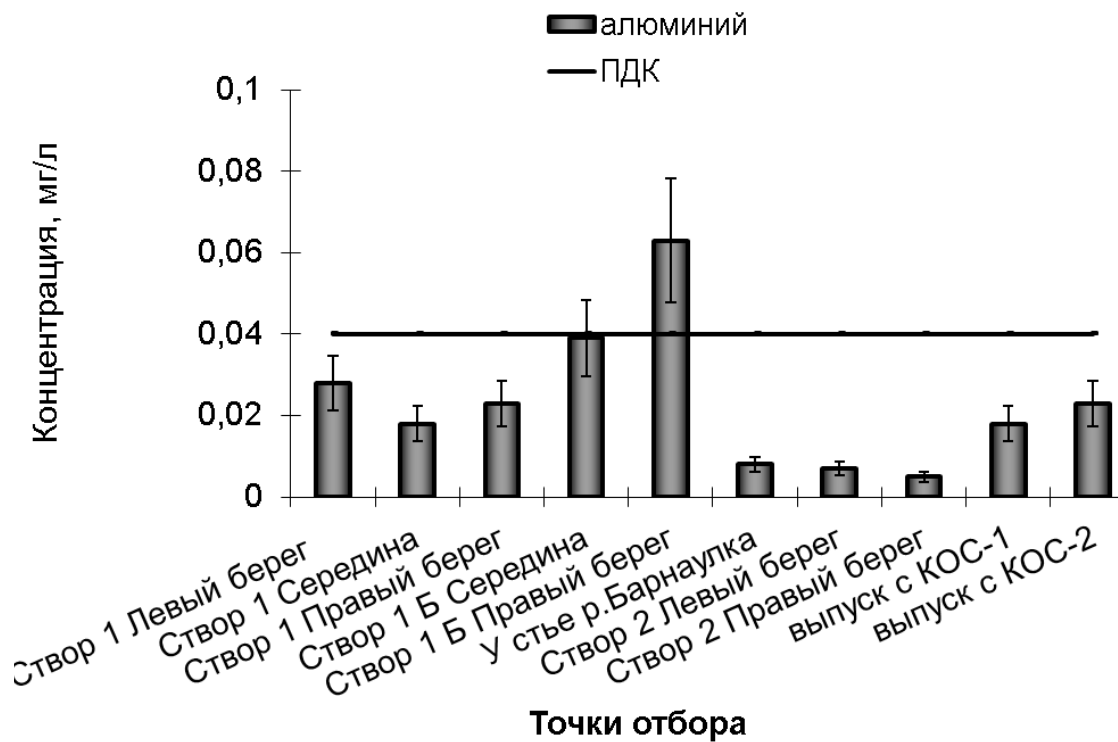


Рис. 4. Содержание растворенных форм алюминия в воде р. Оби в районе Барнаула

### Библиографический список

1. Тихонов В.Н. Аналитическая химия алюминия. — М., 1971.
2. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. — М., 2000.
3. Exley C. Encyclopedia of Metalloproteins: Aluminum in Biological Systems. — Amsterdam, The Netherlands, 2013.
4. Shaw C.A. Aluminum in the central nervous system (CNS): toxicity in humans and animals, vaccine adjuvants, and autoimmunity // *Immunol Res.* — 2013. — № 56.
5. Shugalei I.V., Garabadzhiu A.V. Some Aspects of the Effect of Aluminum and Its Compounds on Living Organisms // *Russian Journal of General Chemistry.* — 2013. — Vol. 83.
6. Batayneh A.T. Toxic (aluminum, beryllium, boron, chromium and zinc) in groundwater: health risk assessment // *International Journal of Environmental Science and Technology.* — 2012. — № 9 (1).
7. Roy A.K., Sharma A., Talukder G. Some aspects of aluminum toxicity in plants // *The Botanical Review.* — 1988. — Vol. 54 (2).
8. Baker J.P., Schofield C.C. Aluminum toxicity to fish in acidic waters // *Water Air Soil Pollut.* — 1982. — Vol. 18.
9. Silva S. Aluminum Toxicity Targets in Plants // *Journal of Botany* — 2012. — Vol. 2012.
10. Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Методика М 01-01-2005 ПНД Ф 14. 1:2:4. 181-02 (издание 2005 г.) МУК 4.1.1255-03 [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.lumex.ru/metodics/11AR01.05.07-1>.
11. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Росрыболовства №20 от 18.01.2010 [Электронный ресурс]. — URL: [http://www.businesspravo.ru/Docum/Docum>Show\\_DocumID\\_164888.html](http://www.businesspravo.ru/Docum/Docum>Show_DocumID_164888.html).