

*Фракционирование взвешенных частиц как метод исследования  
распределения тяжёлых металлов по формам в водоёме*

**Михайлова М. В., Золотарёв К. В., Беляева Н. Ф.,  
Наход К. В., Наход В. И., Михайлов А. Н.**

*ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской  
химии им. В.Н.Ореховича»  
Москва, РФ*

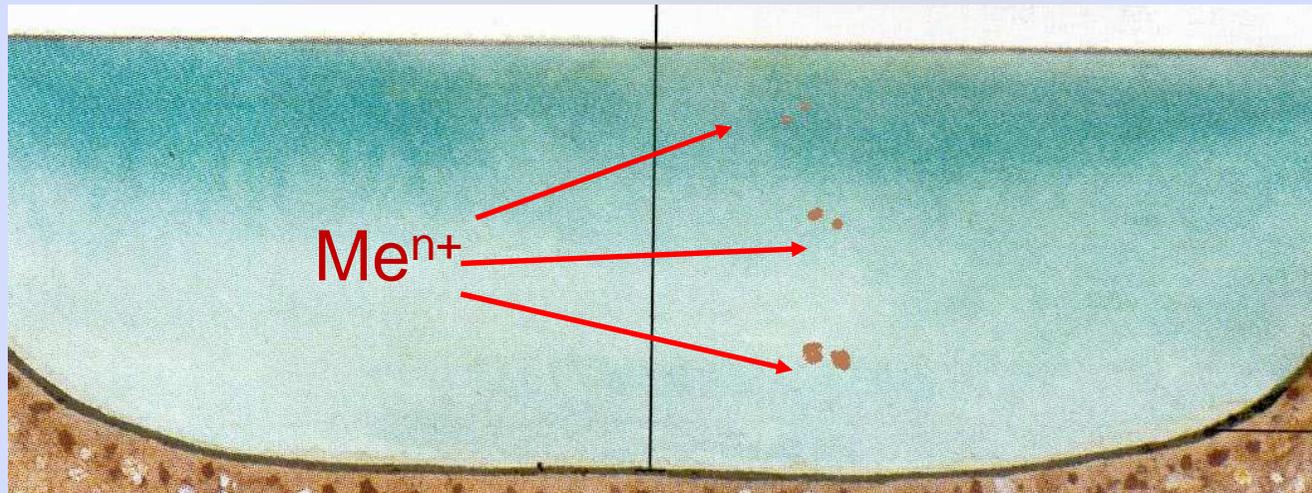
---

*Fractionation of suspended particles as a way to study the  
distribution of heavy metals between their chemical forms in water*

**Mikhailova M.V., Zolotarev K.V., Belyaeva N.F., Nakhod K.V.,  
Nakhod V.I., Mikhaylov A.N.**

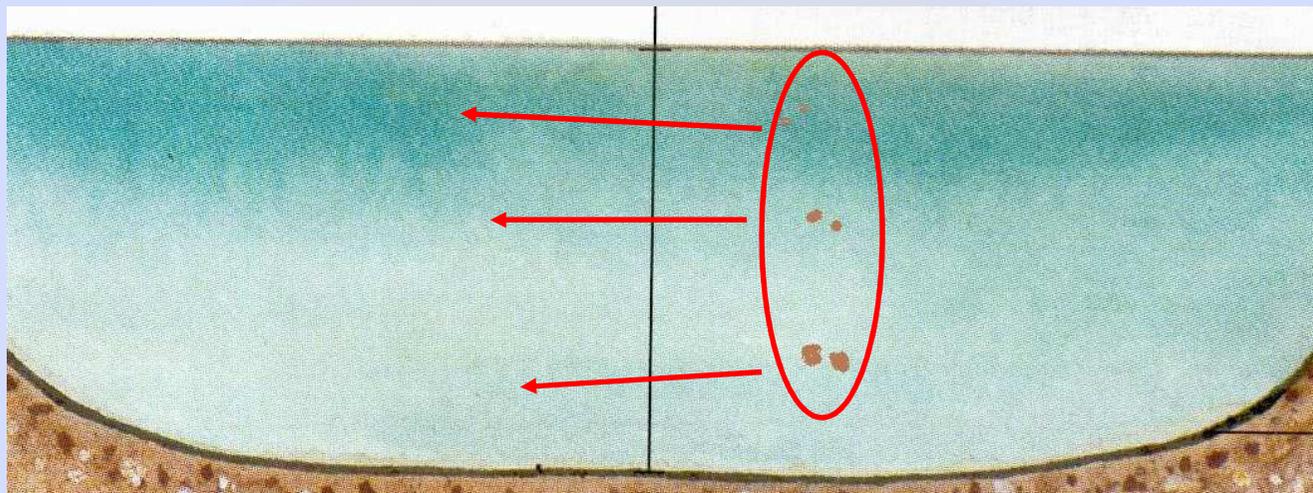
*Institute of Biomedical Chemistry  
Moscow, Russia*

**Для определения источника выявленных загрязнений необходимо иметь информацию о формах, в которых металлы находятся в водоёме**



Под формой в данном случае понимается физико-химическое состояние элементов в конкретных условиях. Для решения поставленной задачи необходимо определение генезиса загрязнений, однако до сих пор нет четкого понимания, каким образом необходимо выявлять его с помощью химических методов

**Одним из возможных подходов для решения этой задачи является фракционирование,**

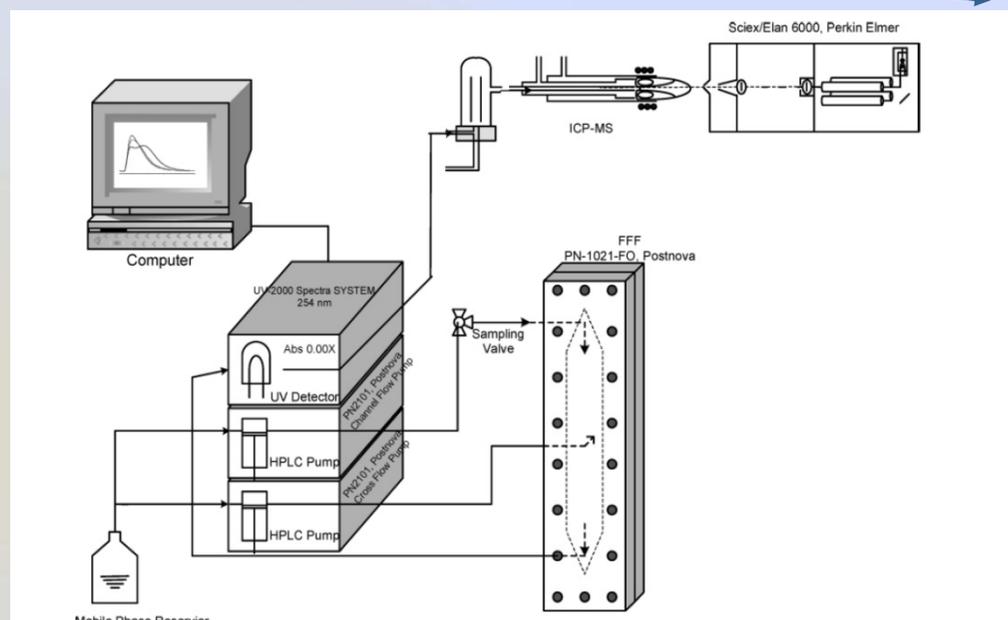


...т.е. разделение взвешенных в воде частиц, содержащих тяжёлые металлы, на фракции по их диаметрам с последующим анализом всех фракций, включая самую мелкую прямо в воде, на содержание металлов. В зависимости от размера частиц можно судить о формах нахождения металлов и их реальной или потенциальной опасности для водных экосистем

## Существует 2 принципиальных подхода к технологии фракционирования взвесей



Последовательная фильтрация воды через мембранные фильтры из производных целлюлозы с определённым размером пор.



Фракционирование в потоке при наличии поля (field-flow fractionation , FFF).

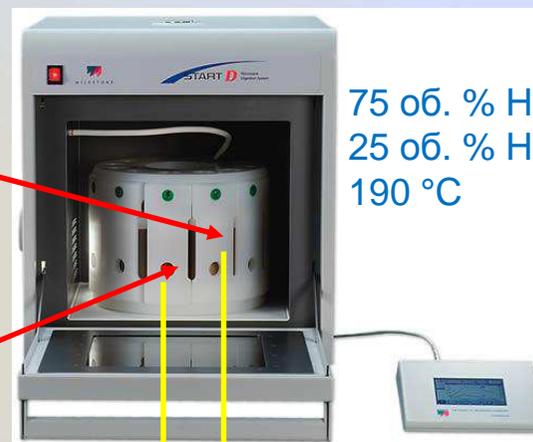
Основан на разной скорости диффузии твёрдых частиц различного размера в поперечном сечении ламинарного потока текущей жидкости, что приводит к выстраиванию частиц в порядке убывания размера от начала потока к концу.

**Фракционный состав определялся путём последовательной фильтрации исходной пробы воды на мембранных фильтрах в порядке убывания размера пор, после чего фильтры с осадком растворялись в царской водке, раствор анализировался методом ИСП-МС**



Ф-р  
1,2  
МКМ

Ф-р  
0,2  
МКМ

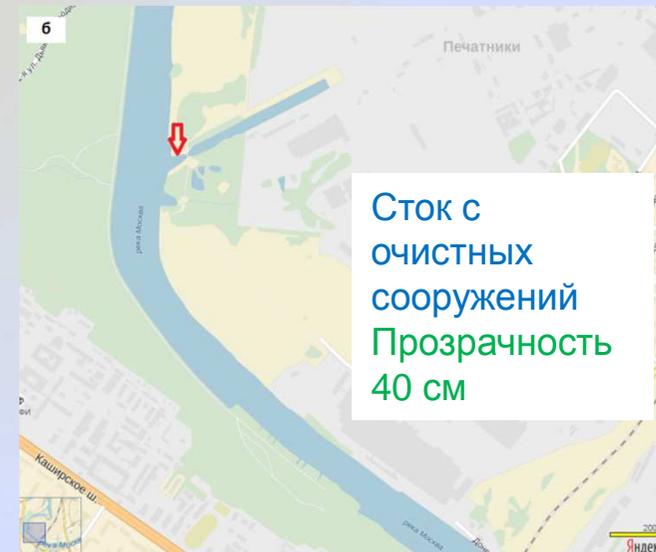
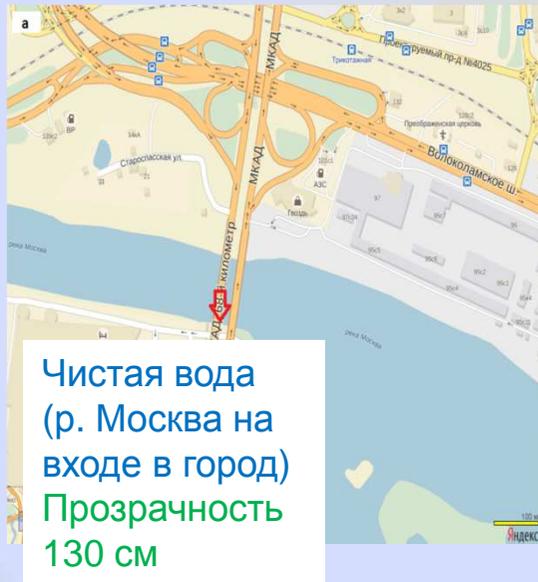
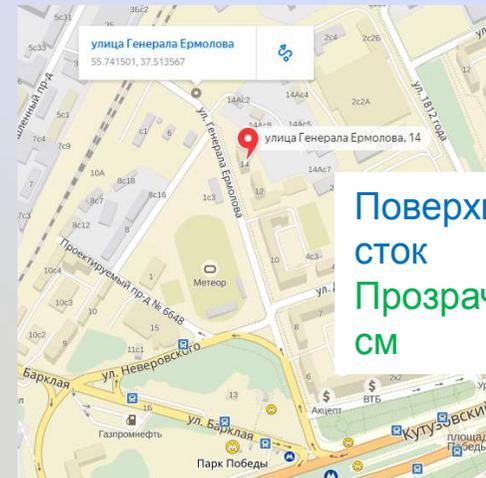
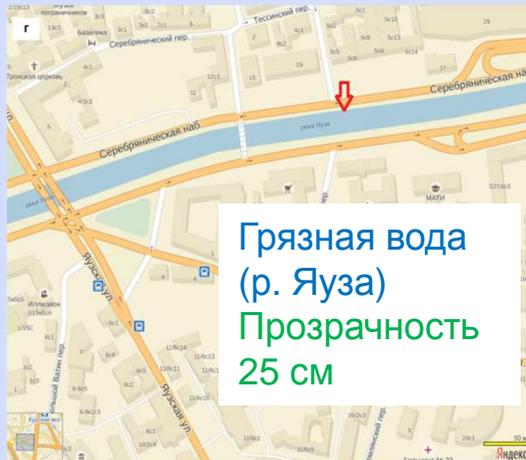


75 об. % HNO<sub>3</sub>,  
25 об. % HCl  
190 °C

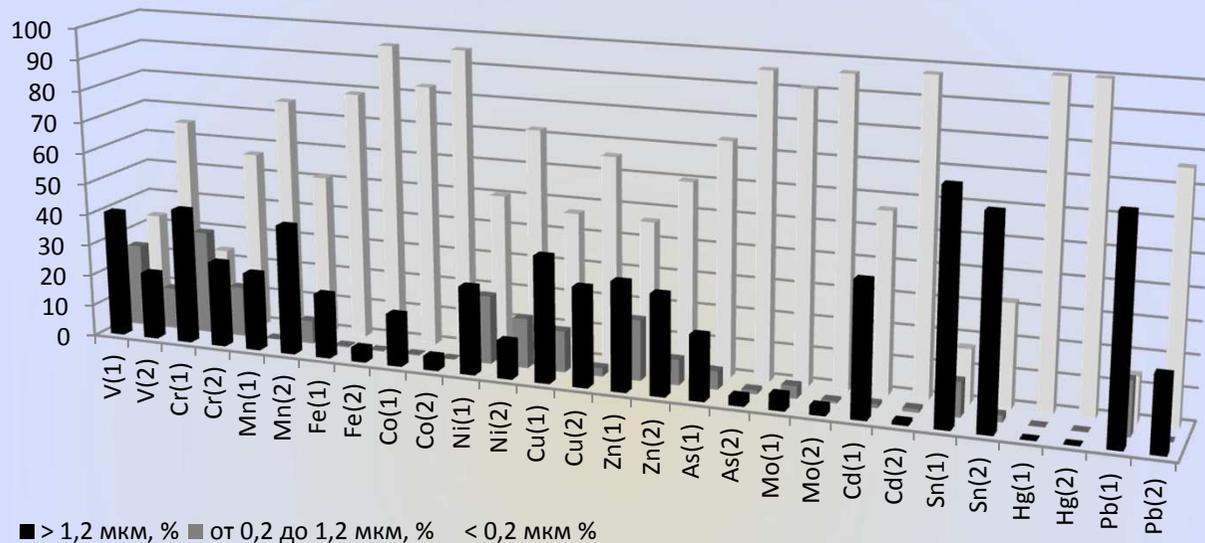
Финальный фильтрат



**Для выявления репрезентативности данного метода  
было проведено сравнение результатов анализа в 2  
парах проб (г. Москва, Россия)**

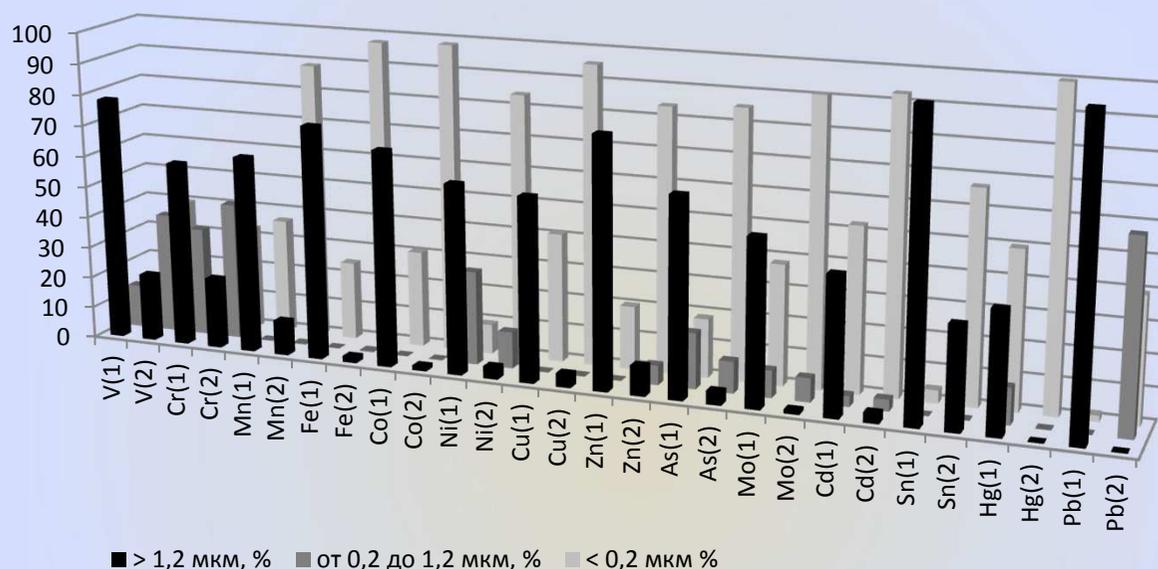


## Распределение тяжёлых металлов по фракциям: 1 – р. Яуза, 2 – р. Москва



Большинство металлов (все, за исключением V, Cr, Sn и Pb) представлены, главным образом, в ионной форме. Что касается V, Cr и Pb, то для них наблюдается следующая тенденция – в пробе р. Яуза самое высокое содержание каждого из этих металлов находится в крупной фракции (>1,2 мкм), в пробе р. Москва – в мелкой фракции (<0,2 мкм). Значительное различие в распределении металлов по фракциям наблюдается также для Fe, Ni, As, Cd. Для каждого из этих металлов наблюдается следующая однонаправленная тенденция – в пробе р. Яуза доля металла в крупной фракции больше, а в мелкой фракции (ионной форме) меньше, чем в пробе р. Москва.

## Распределение тяжёлых металлов по фракциям: 1 – поверхностный сток, 2 – Курьяновские очистные сооружения (КОС)



Большинство металлов в пробе поверхностного стока (все, кроме Cd и Hg) представлены, главным образом, в крупной фракции, в то время как в пробе КОС большинство металлов (все, кроме V, Cr и Pb) представлены преимущественно в мелкой фракции (ионной форме). По этим данным можно судить о степени очистки воды на КОС от взвешенных загрязнений, поскольку поверхностный сток представляет собой воду до очистки, а вода выводящего канала КОС – после очистки. Видно, что технологическая схема КОС позволяет, в основном, очистить воду от взвешенных загрязнений, содержащих тяжёлые металлы. Однако V, Cr и Pb в очищенной воде преобладают в промежуточной фракции (0,2 – 1,2 мкм), характерной для большинства микроорганизмов.

**Предложенный метод фракционного анализа взвешенных частиц является достаточно простым и быстрым по исполнению, при этом позволяет делать оценочные выводы о форме, в которой тяжёлые металлы находятся в воде (неорганические соединения, микроорганизмы, ионная форма и др.), а также оценивать эффективность работы очистных сооружений с точки зрения очистки от тяжёлых металлов в той или иной форме. Кроме того, он позволяет выявить различия в распределении по фракциям между теми или иными металлами**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**