

## МЕСТО АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ ПРИ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ МИНСКОГО РАЙОНА И ГОРОДА МИНСКА

Острожинский Я.А., Бацукова Н.Л.

*Белорусский государственный медицинский университет, кафедра общей гигиены, г. Минск*

**Ключевые слова:** мониторинг, питьевая вода, атомно-эмиссионная спектрометрия, химический состав, гигиена.

**Резюме:** Основными функциями пресной воды является утоление жажды и обеспечение организма человека полезными веществами. Вместе с ней туда попадают и токсичные вещества. Поэтому чистая питьевая вода нуждается в особо бережном отношении и охране, так как от её состояния (и особенно от химического состава) зависит здоровье всех слоев населения.

**Resume:** The main functions of fresh water are to quench thirst and provide the human body with useful substances. Together with it, toxic substances get there. Therefore, clean drinking water needs a particularly careful attitude and protection, since the health of all segments of the population depends on its condition (and especially on its chemical composition).

**Актуальность.** Химическая безопасность питьевой воды лежит в основе здоровья всех слоев населения того или иного региона. Многолетний мониторинг образцов питьевой воды, отбираемых для анализа различными методами на территориях Минского района и города Минска, подтверждает важность данной процедуры для сохранения здоровья всех слоев населения нашей страны.

«Физиологическая потребность в воде зависит от возраста, характера работы, пищи, профессии, климата и т. д. У здорового человека в условиях обычных температур и легкой физической нагрузки физиологическая потребность в воде составляет 2,5-3,0 л/сут... Лишение воды человек переносит труднее, чем лишение пищи. Дефицит всего в 3-4 % вызывает снижение работоспособности» [1]. В данном аспекте и заключается актуальность научного исследования.

Методов мониторинга химической безопасности существует множество. Все они базируются на общем принципе – пороговое определение наличия химического вещества в образце (индикация наличия химического вещества при превышении некоторых порогов обнаружения их). Очевидно, что такие методы индикации, как бумажно-индикаторный или фильтровальный, уступают мощным методам с использованием спектрометрии.

**Цель:** проведение гигиенической оценки химического состава питьевой воды Минского района и города Минска по содержанию основных эссенциальных и токсических минеральных веществ с применением метода атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

**Задачи:**

1. Провести отбор проб питьевой воды на контрольных точках.

2. Применить атомно-эмиссионную масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой для элементного анализа образцов питьевой воды.

3. Оценить соответствие исследованных образцов питьевой воды действующим ТНПА по химическим показателям.

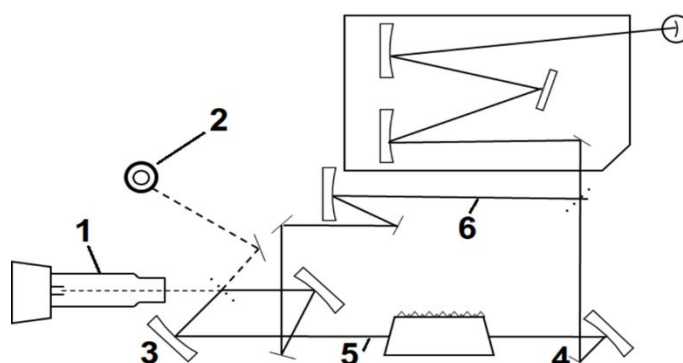
4. Определить преимущества и недостатки определения химической безопасности питьевой воды методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.

**Материал и методы.** Анализировались образцы воды из 21 произвольной точки по городу Минску и Минскому району (г. Заславль, д. Марьяливо, д. Узборье и др.). Исследования образцов воды проведены в аккредитованной лаборатории Центра аналитических и спектральных измерений Института физики Национальной академии наук РБ путем атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.

Отбор проб воды питьевой производился в полном соответствии с требованиями, обеспечивающими стабильность и точность результатов, зафиксированными в действующих технических нормативно-правовых актах (ТНПА).

Основной целью мониторинга образцов питьевой воды стало выявление степени соответствия изученных показателей ГОСТ 31870–2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии» и иным ТНПА, регулирующим химический состав питьевой воды (по предельно допустимым концентрациям (ПДК) химических веществ в образцах).

Применялся атомно-эмиссионный спектрометр IRIS Interpid II XDL (Duo). Данный спектрометр способен обнаруживать элементы с длинами волнами обнаружения диапазона [165; 1000] нм при помощи специальной оптической схемы (рисунок 1). В данной НИРС исследовались основные химические элементы, содержащиеся в воде – Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Si, Sr, Zn.



**Рис. 1** – Оптическая схема спектрометра «IRIS Interpid II XDL (Duo)»: 1 – лампа с полым катодом; 2 – лампа фоновой коррекции; 3, 4 – лучепреломляющие элементы различных типов; 5 – луч-образец; 6 – опорный луч

**Результаты и их обсуждение.** По результатам проведенных исследований нами выявлено превышение нормативов по отдельным химическим элементам:

а) 16-кратное превышение допустимых концентраций Fe в одном из образцов воды в Дзержинском районе –  $4,92 \pm 0,10$  мг/л.

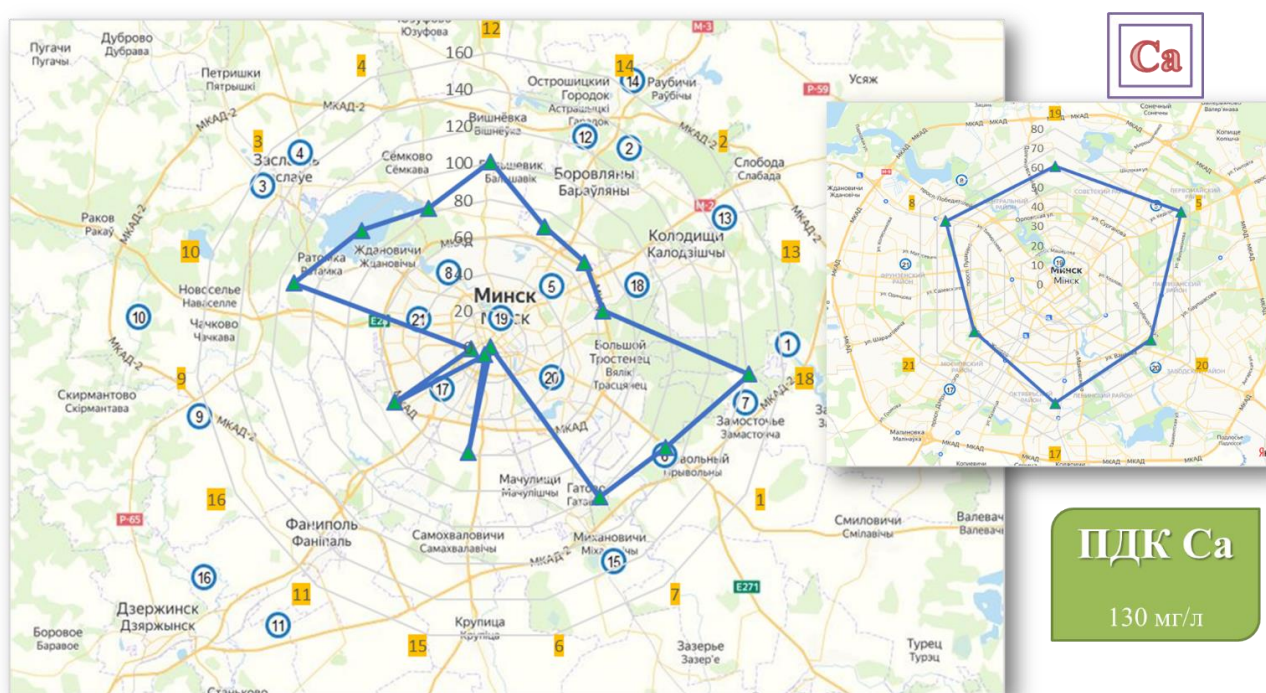
б) превышение концентрации Ва ( $0,16 \pm 0,01$  мг/л), Fe ( $0,37 \pm 0,01$  мг/л) и Ni ( $0,026 \pm 0,001$  мг/л) в одном из образцов воды в г. Заславль.

Выявленные проблемы решены целенаправленной установкой очистительных фильтров. По завершении проведения профилактических мероприятий повторно изъяты и исследованы образцы питьевой воды из данных проблемных точек. Определено значимое снижение концентрации железа в указанной точке Дзержинского района до  $0,65 \pm 0,01$  мг/л (в 7,57 раз); в Заславле до  $0,019 \pm 0,01$  мг/л (в 19,47 раз). Очевидно, что дальнейшее развитие методов обезжелезивания воды, запланированное в нашей республике, должно опираться на данные подобных исследований с последующей установкой эффективных фильтров [2, 3].

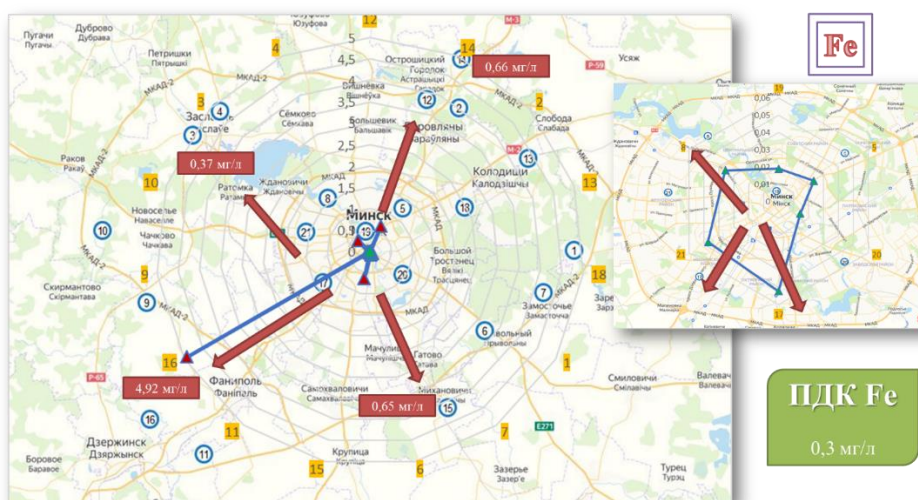
В процессе работы нами также было выделено 3 группы элементов:

1. Элементы, которые имеют превышения ПДК: Ва, Fe, К, Ni.
2. Элементы, которые имеют значительные концентрации в сравнении с ПДК: Са, Mg, Na, Zn.
3. Элементы, которые не определяются или имеют низкие концентрации.

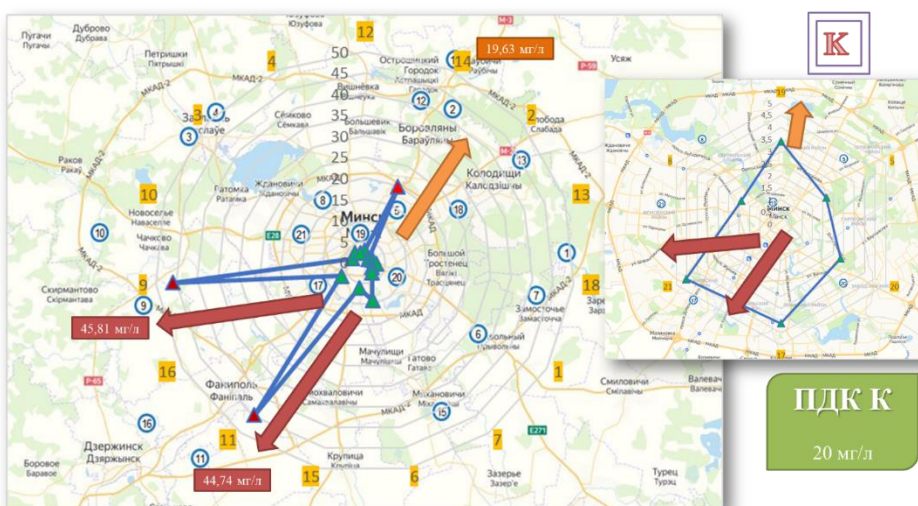
На основании полученных данных были построены лепестковые диаграммы для оценки территориального распространения элементно-ассоциированных гигиенических проблем питьевой воды. На последующих диаграммах 1–4 жирными красными стрелками указаны территориальные направления превышения ПДК по конкретным химическим элементам.



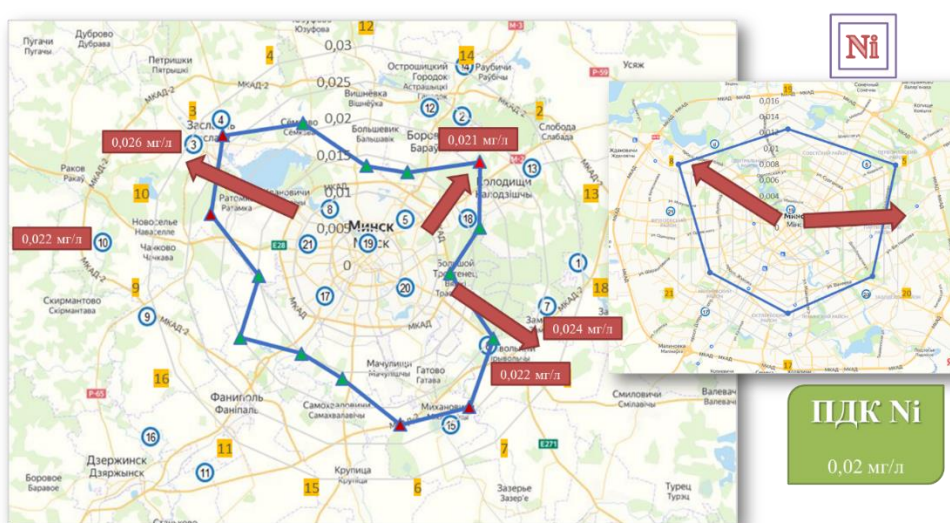
Диagr. 1 – Содержание кальция в питьевой воде в Минском районе и г. Минске



Диагр. 2 – Содержание железа в питьевой воде в Минском районе и г. Минске



Диагр. 3 – Содержание калия в питьевой воде в Минском районе и г. Минске



Диагр. 4 – Содержание никеля в питьевой воде в Минском районе и г. Минске

Избыток неорганического железа в питьевой воде может приводить к аллергическим реакциям; болезням почек, печени, ЖКТ; гемосидерозу; поражению кожи и его придатков (волос, ногтей). Такая вода приводит и к бытовым проблемам (коррозия сантехники и нагревательных приборов; ржавые пятна на вещах из стиральной машины; налет на эмалированных и металлических поверхностях).

В проблеме повышенного содержания кальция, кроме бытовых проблем, необходимо отметить опасное влияние на беременных (тератогенез: нарушения формирования скелета – преждевременное окостенение родничка и черепа – осложнение при родах – родовой травматизм).

**Выводы:** Химические показатели качества питьевой воды, в основном, соответствуют действующим в Республике Беларусь Санитарным нормам и правилам и Гигиеническим нормативам в области гигиены питьевой воды.

Применение атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой является качественным, достоверным и экономически оправданным методом для оперативного мониторинга качества питьевой воды.

Для дальнейшего поддержания высоких стандартов химической безопасности питьевой воды метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой является оптимальным.

#### Литература

1. Гигиена, санология, экология : учеб. пособие / под ред. Л. В. Воробьевой. – СПб.: СпецЛит, 2011. – 255 с.
2. Михневич, Э. И. Анализ методов обезжелезивания воды и условия их применения / Э. И. Михневич, Д. Э. Пропольский // Журнал «Мелиорация». – 2017. – № 2 (80). – С. 59-65.
3. Развитие национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь / В.В. Савченко и др. // Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП "Бел НИЦ "Экология". – Минск, 2011. – С. 90-100.