

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Кафедра радиационной медицины и экологии

# Комплексная оценка экологической безопасности питьевой воды Минского района и города Минска

**Выполнил:**

Студент 2 курса лечебного факультета

Группы 1204

*Острожинский Ян Александрович*

**Научный руководитель:** канд. мед. наук, доцент *Аветисов Арам Рубенович*

г. Минск, 2020

# Цели, задачи...

**Цель:** определить экологическую безопасность питьевой воды на территориях *Минского района и города Минска*.

**Объект:** питьевая вода.

**Предмет:** элементный состав питьевой воды 21 исследовательской точки Минского района и города Минска.

**Задачи:**

1. Провести сбор образцов питьевой воды на различных территориях;
2. Применить атомно-эмиссионную масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой для элементного анализа образцов питьевой воды.
3. Проанализировать полученные результаты;

# Материалы и методы

В качестве материалов для исследования использовались образцы воды из 21 произвольной точки по городу Минску и Минскому району (г. Заславль, д. Марьяливо, д. Узборье и др.).

Все исследования водных образцов проводились:

- ✓ в аккредитованной лаборатории Центра аналитических и спектральных измерений Института физики Национальной академии наук РБ;
- ✓ путем атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

Отбор проб воды питьевой производился в полном соответствии с требованиями, обеспечивающими стабильность и точность результатов, зафиксированными в соответствующих документах.

Основной целью мониторинга образцов питьевой воды стало выявление степени соответствия изученных показателей ГОСТ 31870–2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии».

# Результаты и обсуждение

На скриншоте представлены все исследовательские точки, в которых собирались пробы питьевой воды.

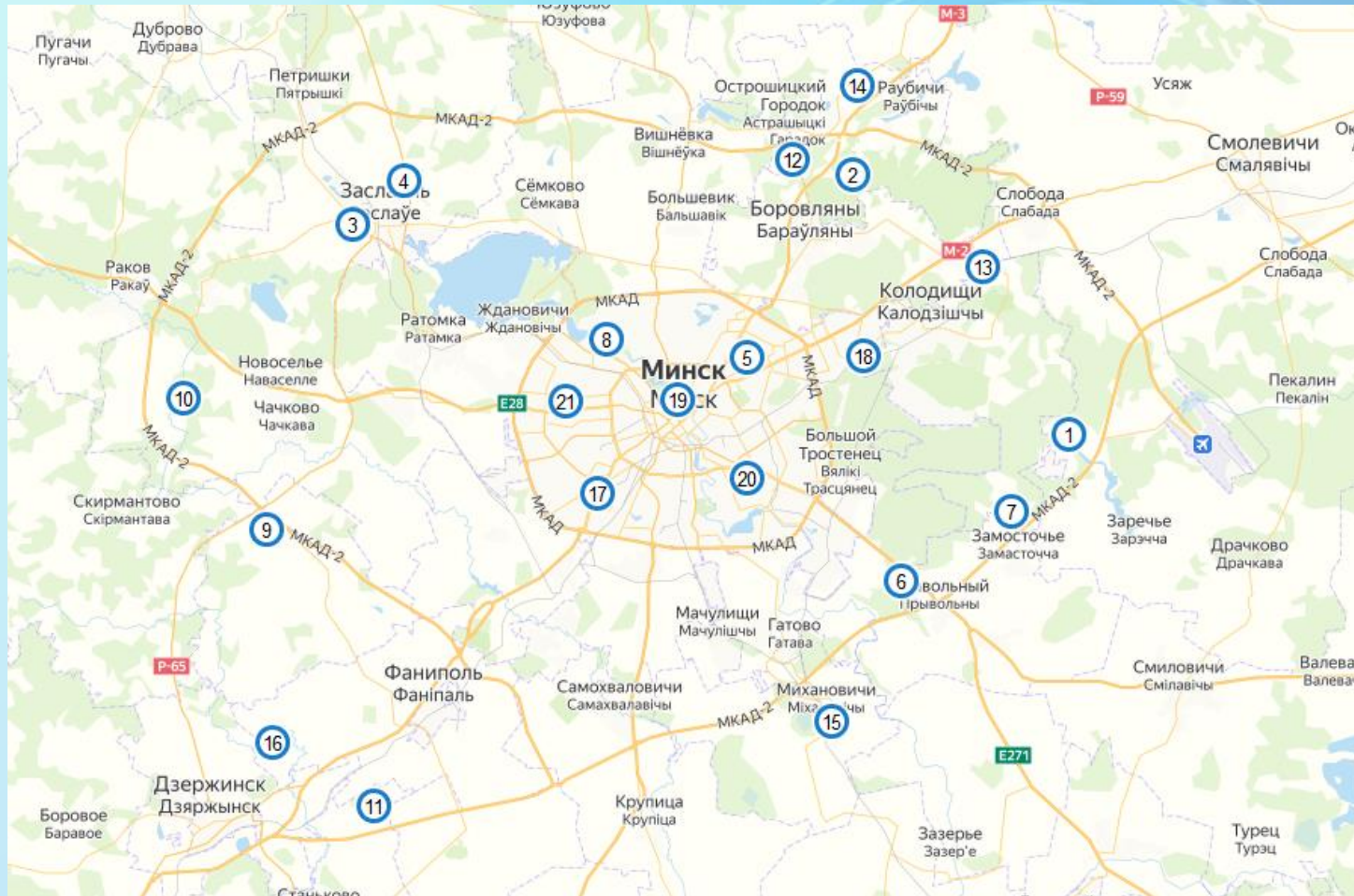


Рис. 1 – скриншот карты с нанесенными исследовательскими точками (21)

По городу Минску  
исследованы образцы  
6 районов из 9.

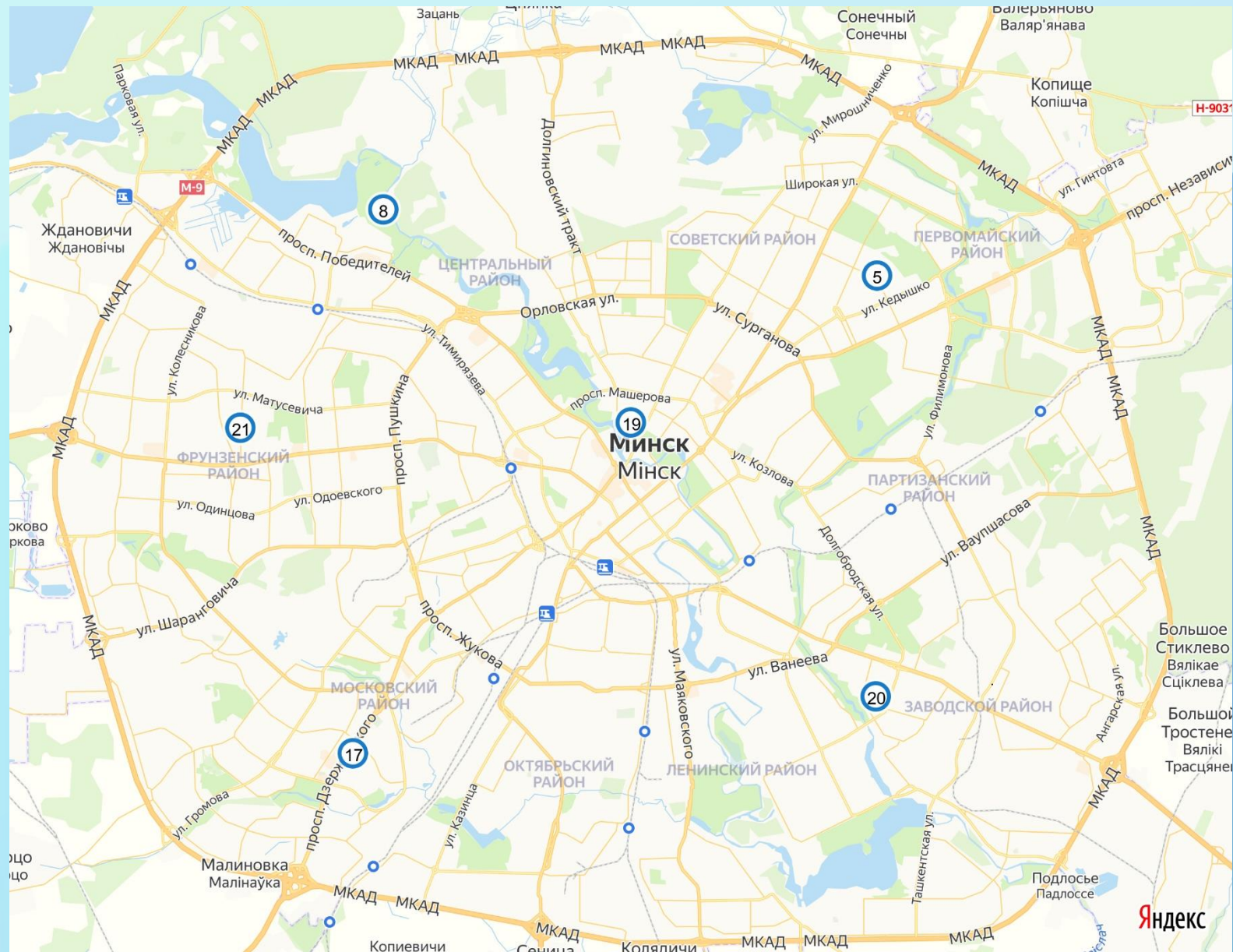


Рис. 2 – исследовательские точки по г. Минску

Использовался атомно-эмиссионный спектрометр  
IRIS Intrepid II XDL (Duo).

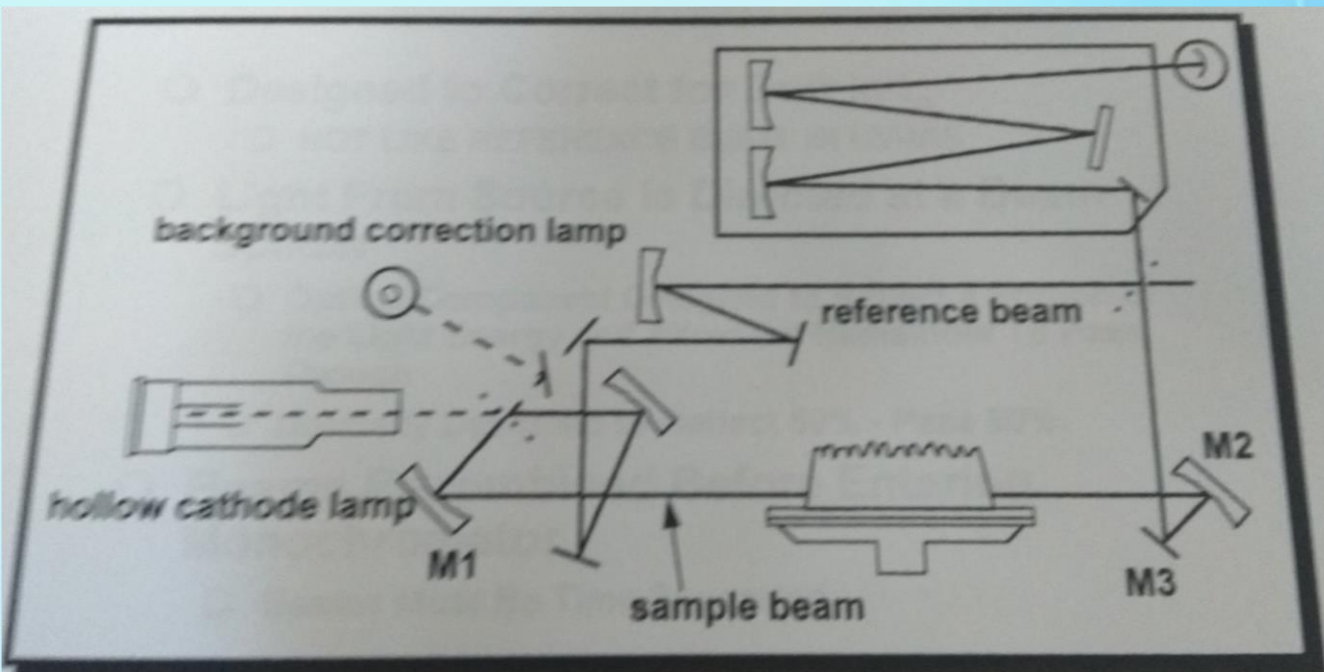


Рис. 3 – оптическая схема спектрометра

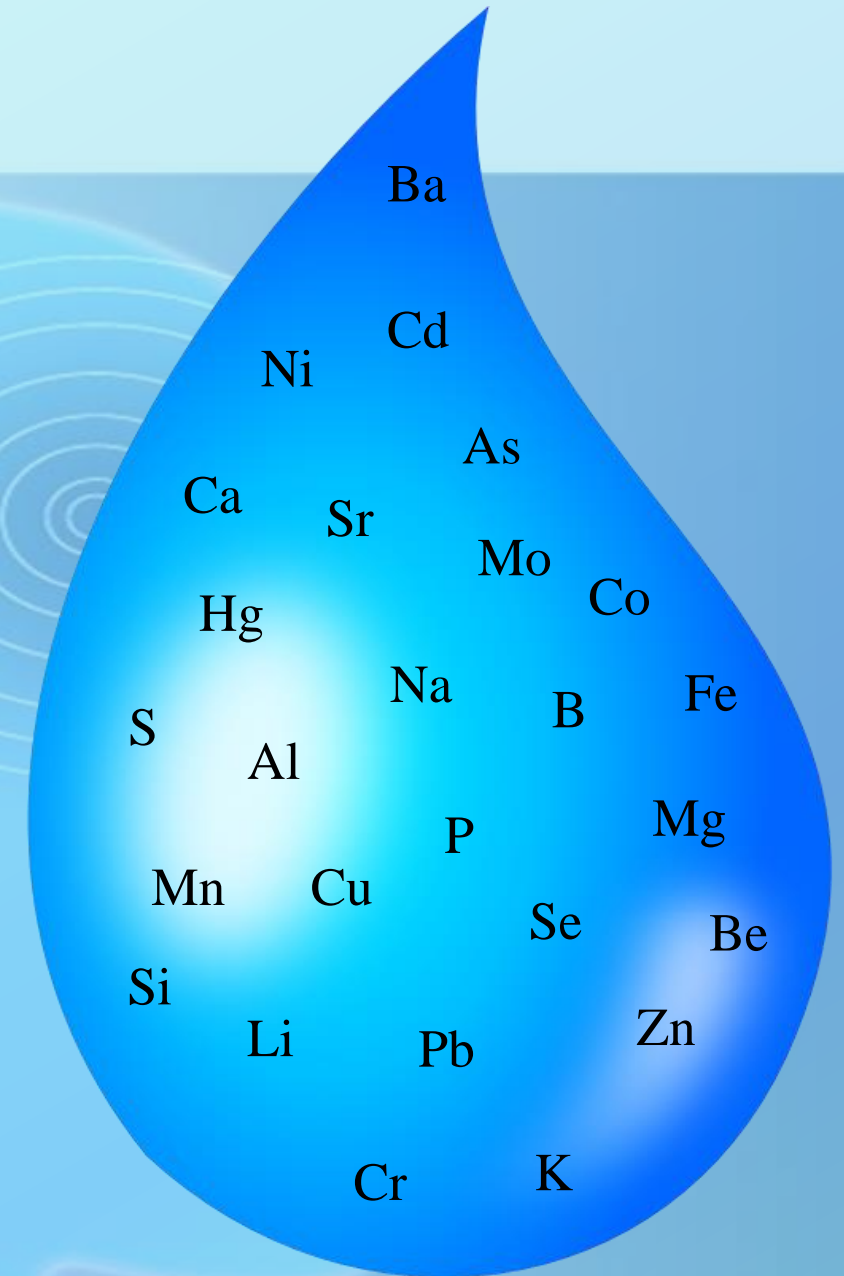


Рис. 4 – внешний вид спектрометра

**Атомно-эмиссионный спектрометр**  
способен обнаруживать элементы с длинами  
волнами обнаружения диапазона

**[165; 1000] нм.**

В данной НИР исследовались химические  
элементы, представленные на рисунке:



*Рис. 5 – интерактивное отображение исследуемых элементов*

# Полученные данные

Был выявлен ряд несоответствий, проявившихся в превышении нормативов по единичным категориям.

- Было выявлено 16-кратное превышение допустимых концентраций **Fe** в одном из образцов воды в **Дзержинском районе** –  $4,92 \pm 0,10$  мг/л.
- В одном из образцов воды в г. **Заславль** обнаружено превышение концентрации **Va** ( $0,16 \pm 0,01$  мг/л), **Fe** ( $0,37 \pm 0,01$  мг/л) и **Ni** ( $0,026 \pm 0,001$  мг/л).

Выявленные проблемы были решены при помощи установки очистительных фильтров. Результат:

- ✓ Достигнуто снижение концентрации **железа** в указанной точке Дзержинского района до  $0,65 \pm 0,01$  мг/л (**в 7,57 раз**)
- ✓ и 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.



# Превышений не обнаружено по следующим элементам:

- ❖ Al < 0,1 мг/л
- ❖ As < 0,006 мг/л
- ❖ B < 0,5 мг/л
- ❖ Be < 0,0002 мг/л
- ❖ Ca < 130 мг/л
- ❖ Cd < 0,00033 мг/л
- ❖ Co < 0,1 мг/л
- ❖ Cr < 0,03 мг/л
- ❖ Cu < 1 мг/л
- ❖ Hg < 0,0005 мг/л
- ❖ Li < 0,03 мг/л
- ❖ Mg < 65 мг/л
- ❖ Mn < 0,1 мг/л
- ❖ Mo < 0,07 мг/л
- ❖ Na < 200 мг/л
- ❖ P < 0,0001 мг/л
- ❖ Pb < 0,03 мг/л
- ❖ S - 0
- ❖ Se < 0,01 мг/л
- ❖ Si < 10 мг/л
- ❖ Sr < 7 мг/л



Нами было выделено 3 группы элементов:

- I. Элементы, имеющие превышения ПДК: **Va (4,7%), Fe (19%), K (9,5%), Ni (19%)**.
- II. Элементы, имеющие концентрации сравнимые, но не превышающие ПДК: **Ca (1 проба превышает ПДК), Mg, Na, Zn**.
- III. Элементы неопределяющиеся или имеющие очень низкие концентрации.

На основании полученных данных строились лепестковые диаграммы для оценки территориального распространения элементно-ассоциированных экологических проблем питьевой воды.

Жирными красными стрелками указаны территориальные направления превышения ПДК по химическому элементу.

# Описательная статистика абсолютного и относительного (в сравнении с ПДК) содержания элементов в воде

Descriptive Statistics (Spreadsheet1)								
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
B	21	0,04294	0,02900	0,007800	0,1718	0,04614	2,230346	4,29873
Ba	21	0,06180	0,05480	0,003200	0,1593	0,03707	0,902569	1,36019
Ca	21	73,02311	68,75000	5,105300	141,0500	31,65384	-0,184385	0,79435
Cu	21	0,05832	0,06410	0,005800	0,1207	0,02961	-0,249840	0,12333
Fe	21	0,34070	0,03570	0,012000	4,9220	1,06777	4,344867	19,38982
Mg	21	15,99733	16,13000	1,041000	28,8700	6,12740	-0,835305	2,21218
Ni	21	0,01696	0,01590	0,010800	0,0263	0,00461	0,455621	-0,94369
Si	21	0,51590	0,50510	0,323300	1,1235	0,16158	2,748999	10,32521
Sr	21	0,10378	0,09160	0,005000	0,4388	0,09019	2,697291	9,61496
Zn	21	0,11103	0,09120	0,002000	0,4050	0,10072	1,521861	2,56373
Ovr_B	21	0,08589	0,05800	0,015600	0,3436	0,09229	2,230346	4,29873
Ovr_Ba	21	0,61795	0,54800	0,032000	1,5930	0,37071	0,902569	1,36019
Ovr_Ca	21	0,56172	0,52885	0,039272	1,0850	0,24349	-0,184385	0,79435
Ovr_Cu	21	0,05832	0,06410	0,005800	0,1207	0,02961	-0,249840	0,12333
<b>Ovr_Fe</b>	21	<b>1,13567</b>	0,11900	0,040000	16,4067	3,55922	4,344867	19,38982
Ovr_K	21	0,41370	0,15440	0,059950	2,2905	0,64602	2,566633	5,66653
Ovr_Mg	21	0,24611	0,24815	0,016015	0,4442	0,09427	-0,835305	2,21218
Ovr_Ni	21	0,84810	0,79500	0,540000	1,3150	0,23048	0,455621	-0,94369
Ovr_Zn	21	0,03701	0,03040	0,000667	0,1350	0,03357	1,521861	2,56373

Табл. 1 – обработанные статистические данные

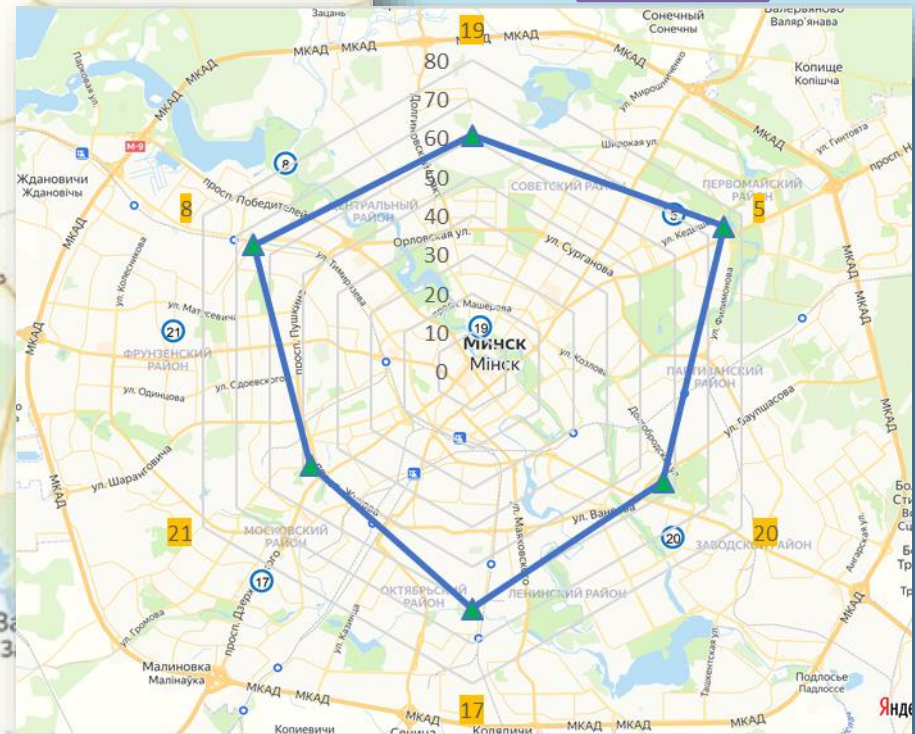
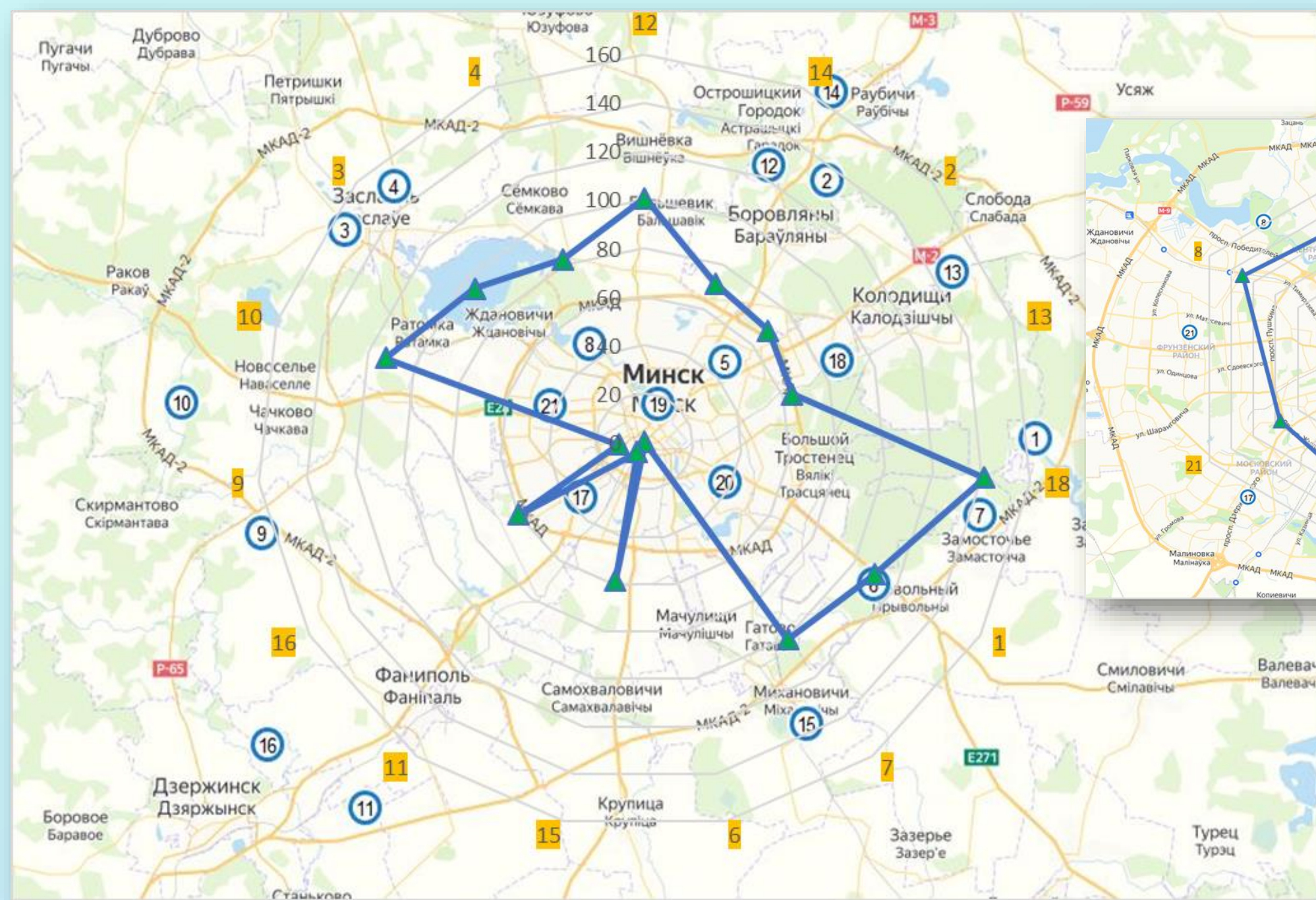
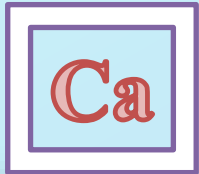
Как видно, средние значения и средние величины превышения ПДК в изученных пробах (за исключением железа) не выходят за рамки установленных норм.

# Превышение ПДК

Элемент	ПДК (мг/л)	% проб с превышением ПДК
Ba	0,1	4,8
Ca	130	4,8
Fe	0,3	19
K	20	9,5
Ni	0,02	19

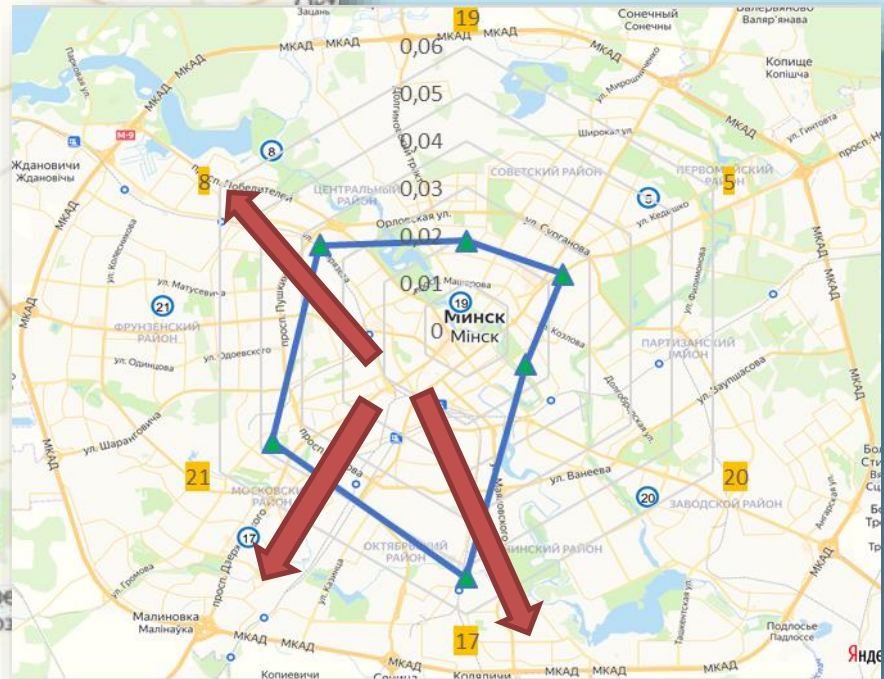
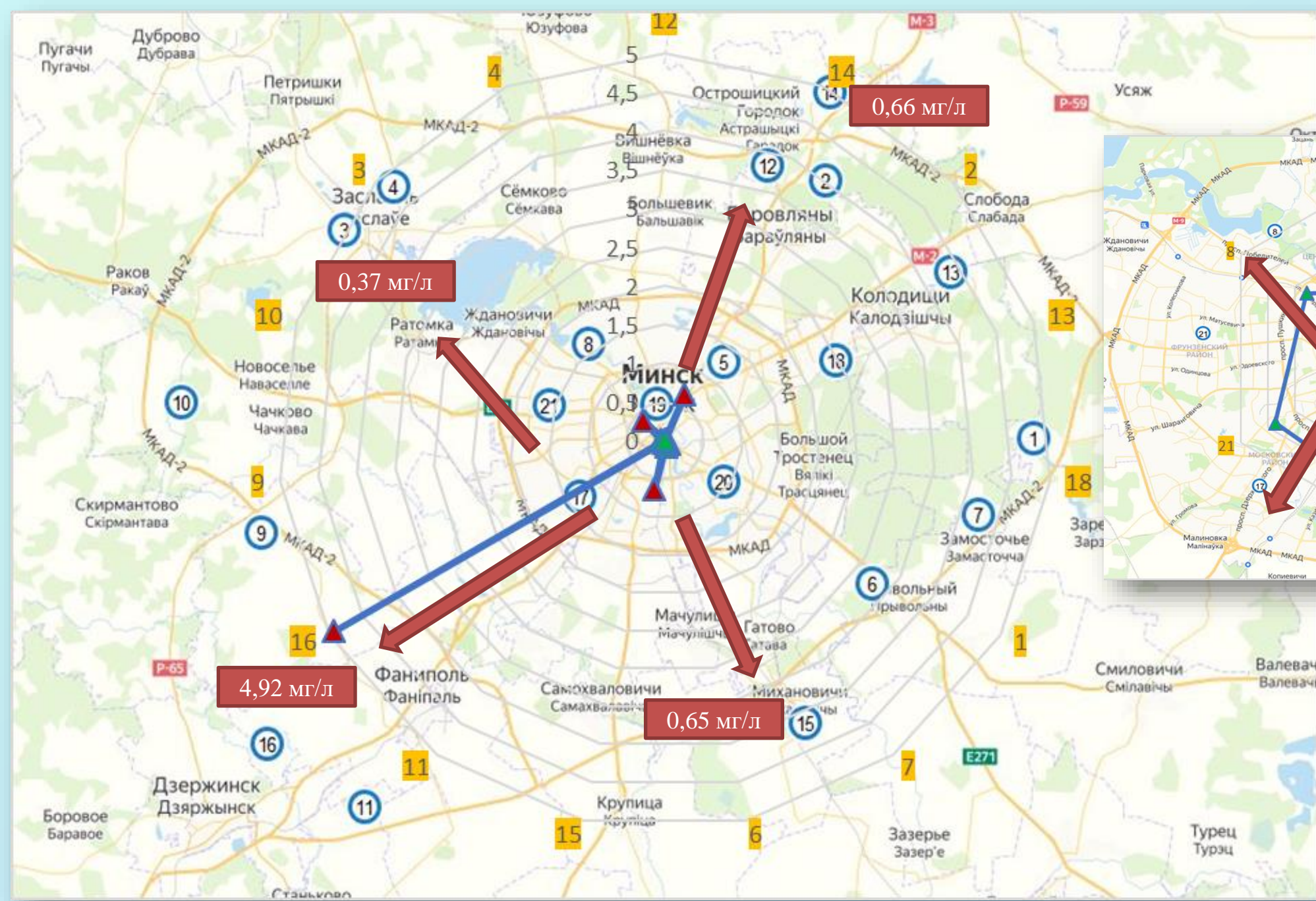
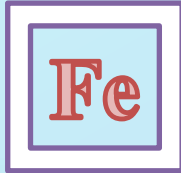
*Табл. 2 – процент проб с превышением ПДК*

В то же время для некоторых элементов обнаружен существенный процент случаев превышения ПДК, а содержание железа и никеля в воде имело наибольший процент случаев превышения ПДК.



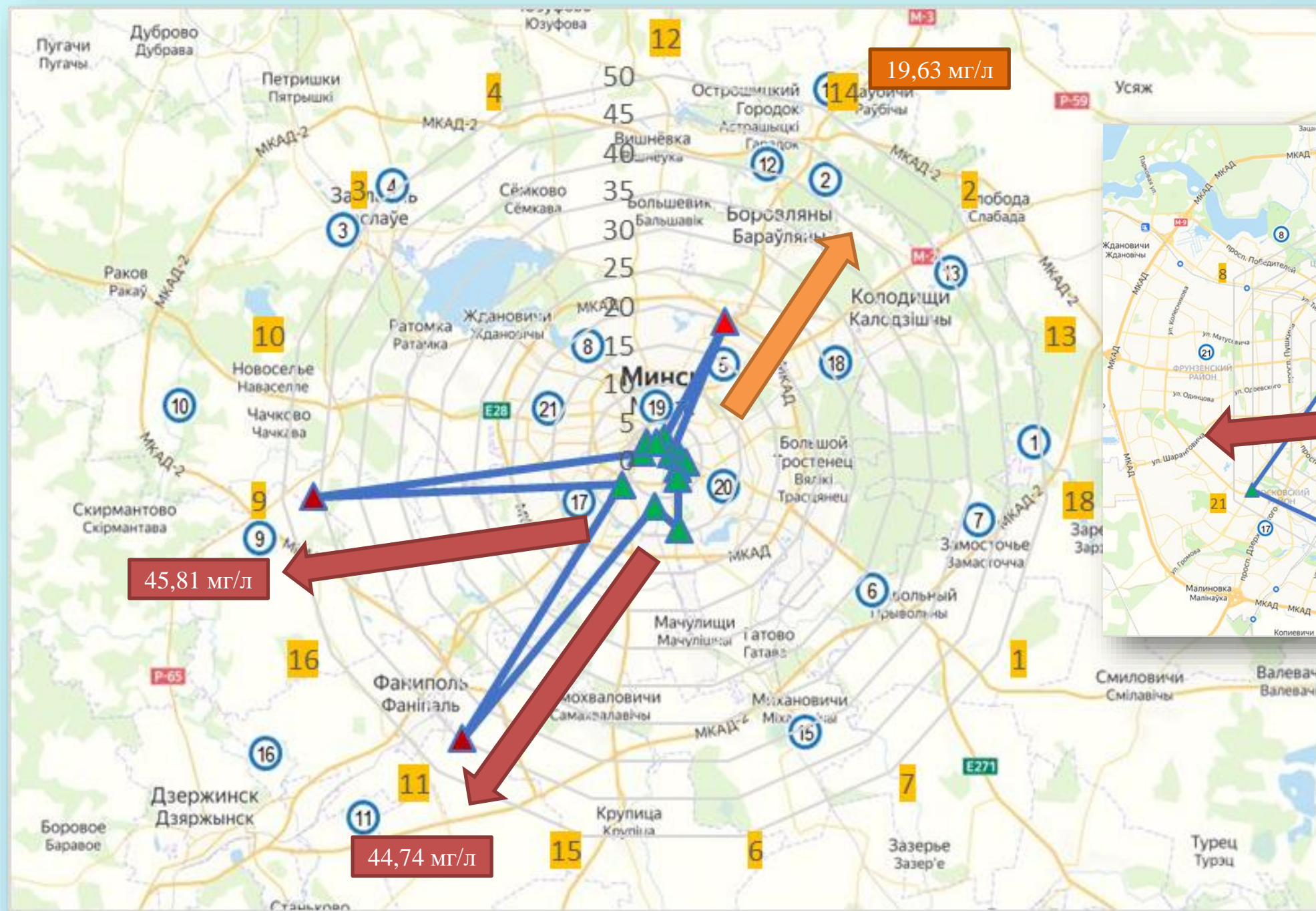
ПДК  
130 мг/л

Рис. 6, 7 – лепестковые диаграммы Са (в сравнении) для Минского района и г. Минска соответственно

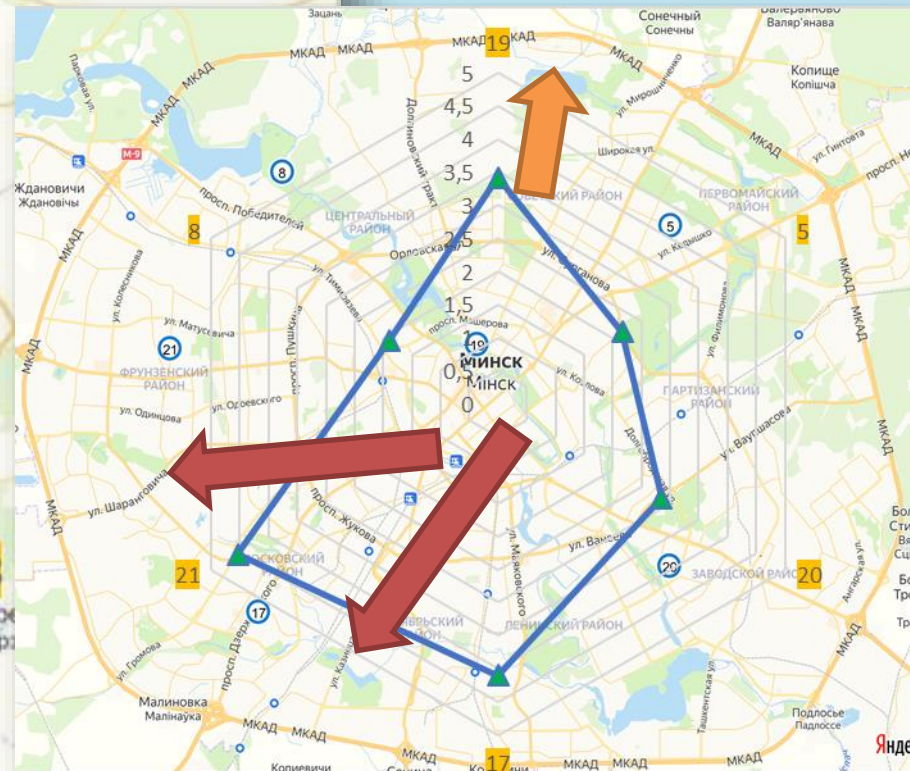


ПДК  
0,3 мг/л

Рис. 8, 9 – лепестковые диаграммы Fe (в сравнении) для Минского района и г. Минска соответственно

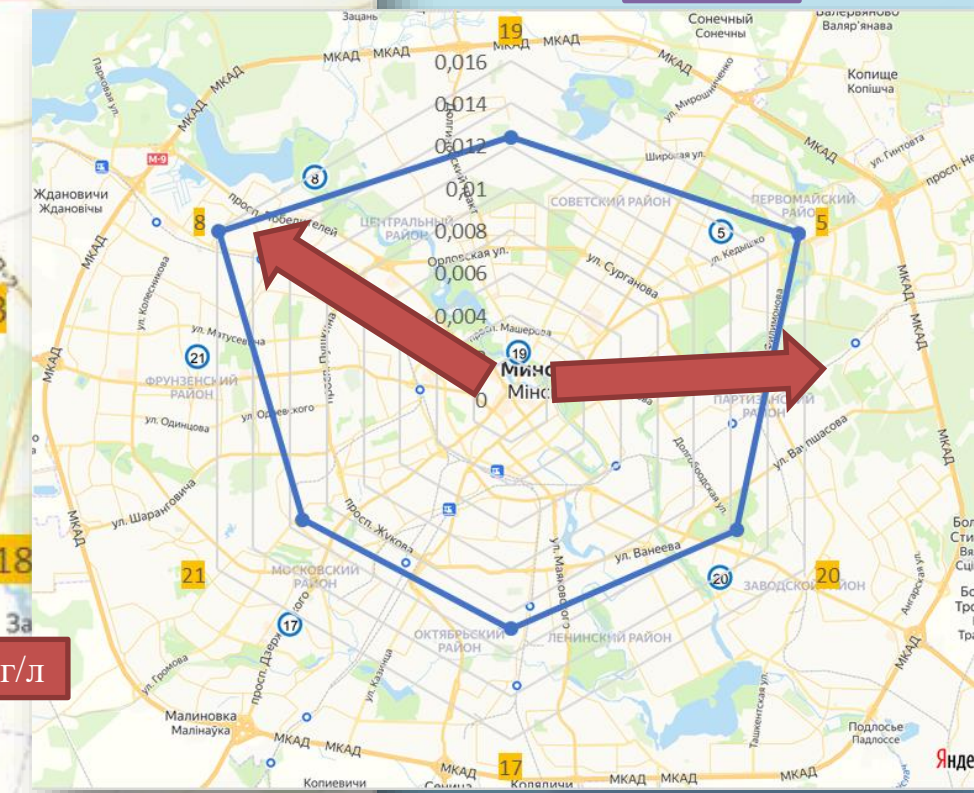
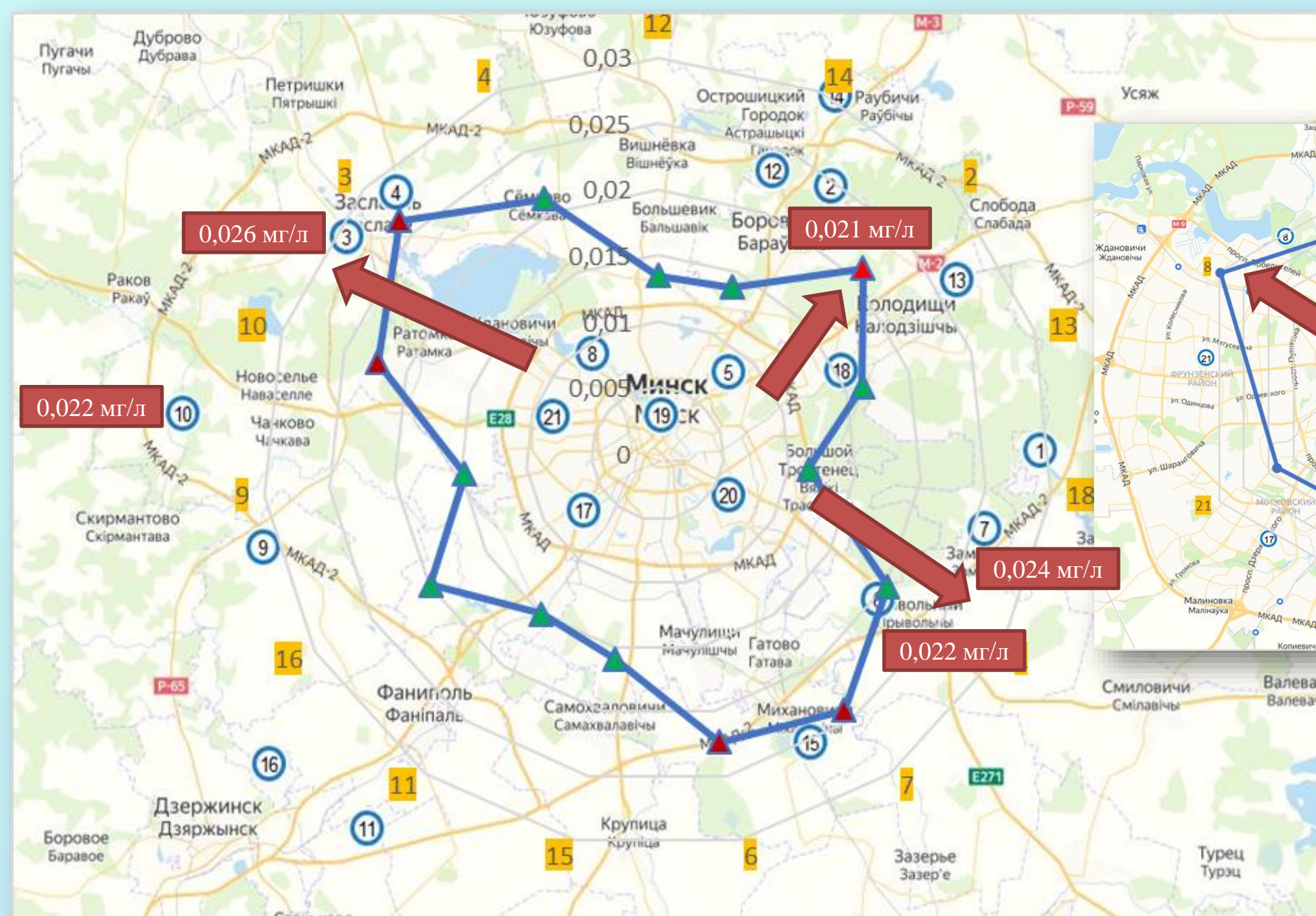


**К**



**ПДК**  
20 мг/л

Рис. 10, 11 – лепестковые диаграммы К (в сравнении) для Минского района и г. Минска соответственно



**ПДК**  
0,02 мг/л

Рис. 12, 13 – лепестковые диаграммы Ni (в сравнении) для Минского района и г. Минска соответственно



# Чем грозит избыток содержания железа в питьевой воде?

Повышенное содержание железа в воде ассоциируется с:

- аллергическими реакциями
- болезнями почек, печени, всего ЖКТ
- снижением иммунитета
- гемохроматозом
- сухостью кожи, ломкостью волос и др.

Вода с повышенным количеством железа вызывает:

- коррозию сантехники и нагревательных приборов,
- появление ржавых пятен на вещах после стирки,
- появление налета на эмалированных и металлических поверхностях.

Не менее важны и органолептические показатели воды с превышением ПДК по железу. Следовательно, обезжелезивание источников с превышением ПДК является важной практической задачей.

# Основные направления решений проблем питьевой воды

- Мониторинг
- Системы очистки (напр., фильтры)
- Корректировка экологии
- Контроль промышленности



# Выводы

- ✓ В целом показатели качества соответствуют принятым в нашей стране нормативам, что указывает на высокую эффективность усилий в направлении мониторинга качества питьевой воды с целью обеспечения населения этим важнейшим ресурсом.
- ✓ Метод элементного анализа при помощи атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой действенным и экономически оправданным для оперативного мониторинга качества питьевой воды.
- ✓ Дальнейшее применение и совершенствование метода атомно-эмиссионной спектроскопии послужит поддержанию высоких стандартов экологической безопасности такого важнейшего ресурса Беларуси, как питьевая вода.