«ЯМАЛЬСКИЙ МЕРИДИАН: НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

ГРАНТ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ДОГОВОР № 30/2022-И ОТ 27.01.2023

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИСПОЛНИТЕЛИ ПРОЕКТА

- Лычагин Михаил Юрьевич – руководитель проекта, к.г.н., доцент географического факультета МГУ;
- Поповичева Ольга Борисовна, к. ф.-м. н., ст. научн. сотр. географич. ф-та МГУ;
- Соколов Дмитрий Игоревич, к.г.н., ст. научн. сотр. географич. факультета МГУ;
- Семенков Иван Николаевич, к.г.н., ст. научн. сотр. географич. факультета МГУ;
- Пузанова Татьяна Алексеевна, к.г.н., ст. научн. сотр. географич. факультета МГУ;
- Шарапова Анна Валерьевна, к.г.н., научн. сотр. географического факультета МГУ;
- Чичаева Марина Александровна, к.ф-м.н., научн. сотр. географич. ф-та МГУ;
- Безбердая Лилия Александровна, к.г.н., мл.научн. сотр. географич. ф-та МГУ;
- Ефимов Василий Антонович, к.г.н., мл. научн. сотр. географич. факультета МГУ;
- Егоров Александр Владимирович, к.х.н., инженер географич. факультета МГУ;
- Ковач Роман Геннадьевич, научный сотрудник географического факультета МГУ;
- Дубровская Татьяна Валерьевна, уч. мастер географического факультета МГУ;
- Тришин Андрей Юрьевич, инженер географического факультета МГУ;
- Пискарева Вероника Максимовна, инженер географического факультета МГУ.

Студенты географического факультета МГУ

- Крастынь Е.А.
- Котов Д.В.
- Семенова А.В.
- Пискунова А.А.
- Поршева С.П.
- Прилипова Е.С.
- Хозяинова Д.А.
- Хребтенко А.С.
- Боков М.А.
- Кузьмин А.Д.
- Нестеров А.Д.
- Чичерин С.И.
- Полтава А.Н.
- Сафина А.С.
- Соколовская П.Ю.
- Шарикова П.В
- Факирдинова А.А.

АКТУАЛЬНОСТЬ И НОВИЗНА

Актуальность исследований определяется распространением потенциально токсичных компонентов, образующихся в результате деятельности предприятий нефтегазового комплекса, в атмосфере, почве, снежном покрове, поверхностных водах и донных осадках, что определяет необходимость выполнения комплексных экспедиционных исследований состояния природных сред в индустриально-развитых регионах.

Получение новых фундаментальных знаний о миграции потенциально токсичных компонентов в системе сопряженных сред «атмосферный аэрозоль – снежный покров – почва – поверхностные воды – донные осадки», оценка их миграционной активности в ландшафтах крупнейшего нефтедобывающего региона севера Западной Сибири.

Оценка влияния эмиссий нефтегазового сектора на состав компонентов сопряженных сред вблизи объектов нефтегазового комплекса и в удаленных фоновых районах.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Цель проекта – продолжение комплексных исследований распространения потенциально токсичных компонентов в атмосфере, почве, снежном покрове, поверхностных водах и донных осадках индустриально-развитого региона ЯНАО с целью определения влияния техногенных эмиссий на распределение полей ТММ и ПАУ

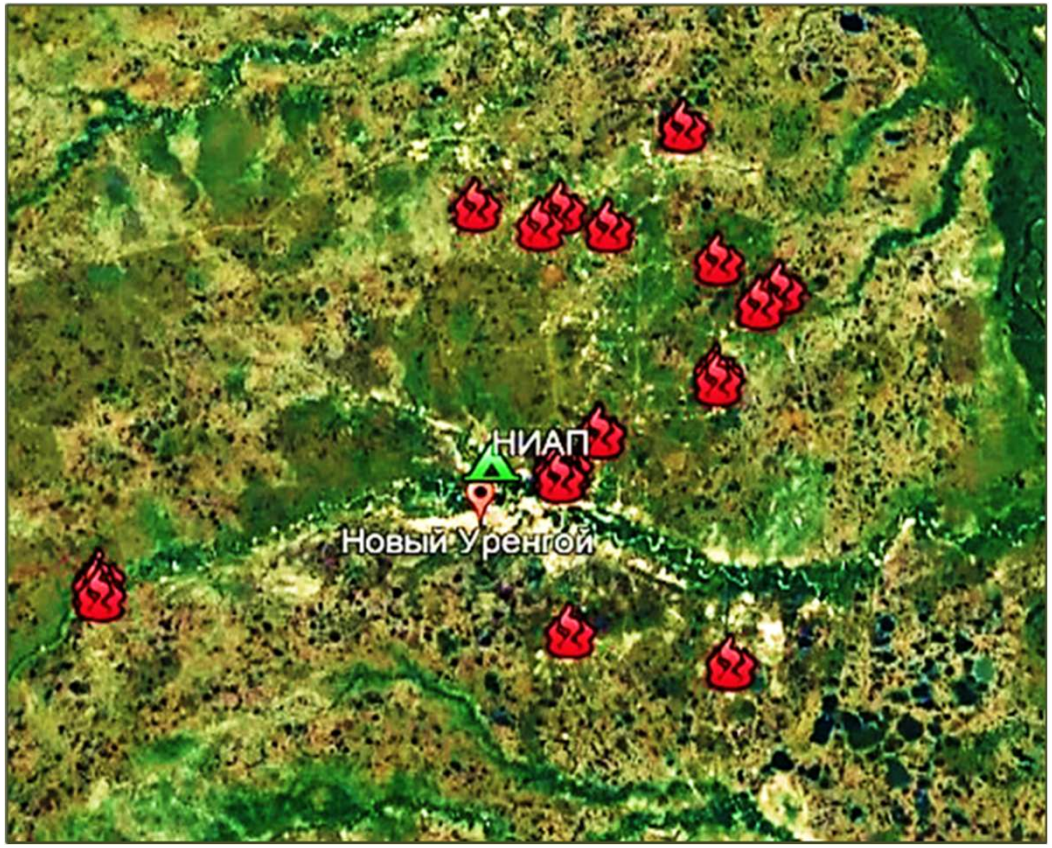
ЗАДАЧИ

1. Проведение экспедиционных исследований в зимний и летний период с целью выявления содержания и особенностей распределения черного углерода в атмосферных аэрозолях, тяжелых металлов, металлоидов и ПАУ в снежном покрове, поверхностных водах и взвешенных наносах индустриально-развитого региона ЯНАО. Сбор данных для оценки техногенного воздействия на окружающую среду в районе населенных пунктов (Новый Уренгой, Надым)

2. Обобщение полученных данных о содержании потенциально токсичных элементов и соединений в компонентах ландшафтов района исследований, в т.ч. по ранее проведенному проекту РГО

3. Проведение эколого-геохимической и гигиенической оценки загрязнения компонентов ландшафтов с расчетом геохимических показателей

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
1. ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ НА АЭРОЗОЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ МГУ В Г. НОВОМ УРЕНГОЕ



Расположение Аэрозольного комплекса МГУ в г. Новом Уренгое на территории Уренгойского месторождения.

Показано расположение факельных установок сжигания газоконденсата

Инструментальный Аэрозольный комплекс МГУ установлен в центральной части Нового Уренгоя (66°6'32" с.ш., 76°40'45" в.д.) в начале июня 2023 года.

Измерительная кампания проводилась в течение 107 дней с 7 июня по 21 сентября.

Измерительная система непрерывного мониторинга основных аэрозольных характеристик и отбора проб

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА АЭРОЗОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МГУ

Определение массовой концентрации частиц PM2.5 и PM10: диффузионный аэрозольный спектрометр ДАС 2707-М

Определение массовой концентрации черного углерода (BC) - аэталометр Magee Scientific AE43

Отбор проб на ионный и элементный состав аэрозолей производился на кварцевые фильтры в течение 24 часов (с 9:30 утра до 9:20 утра следующего дня) с помощью аспираторной системы при скорости прокачки около 40 л в мин



ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
2.ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ГОРОДАХ НОВЫЙ УРЕНГОЙ И НАДЫМ



Полевое описание строения снежного покрова



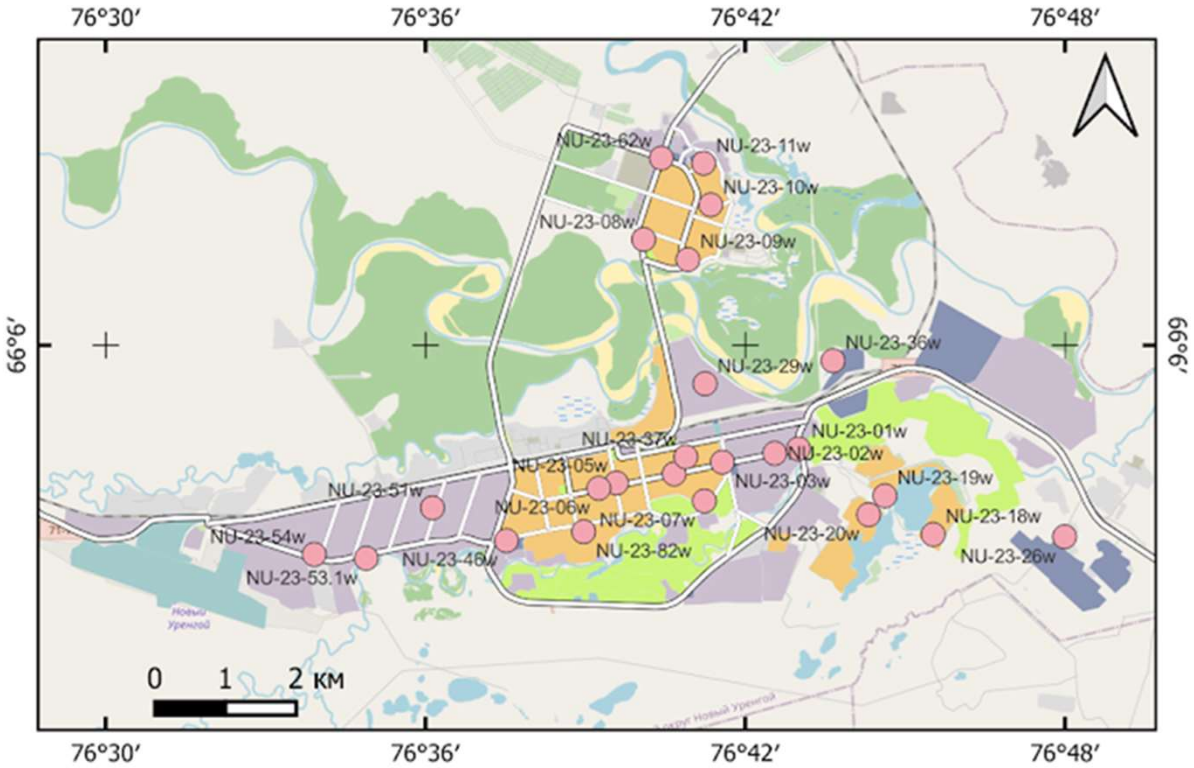
Отбор проб на Ленинградском проспекте в г. Новый Уренгой





Отбор проб на фоновом участке

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ Г.НОВЫЙ УРЕНГОЙ ПУНКТЫ ОТБОРА ПРОБ



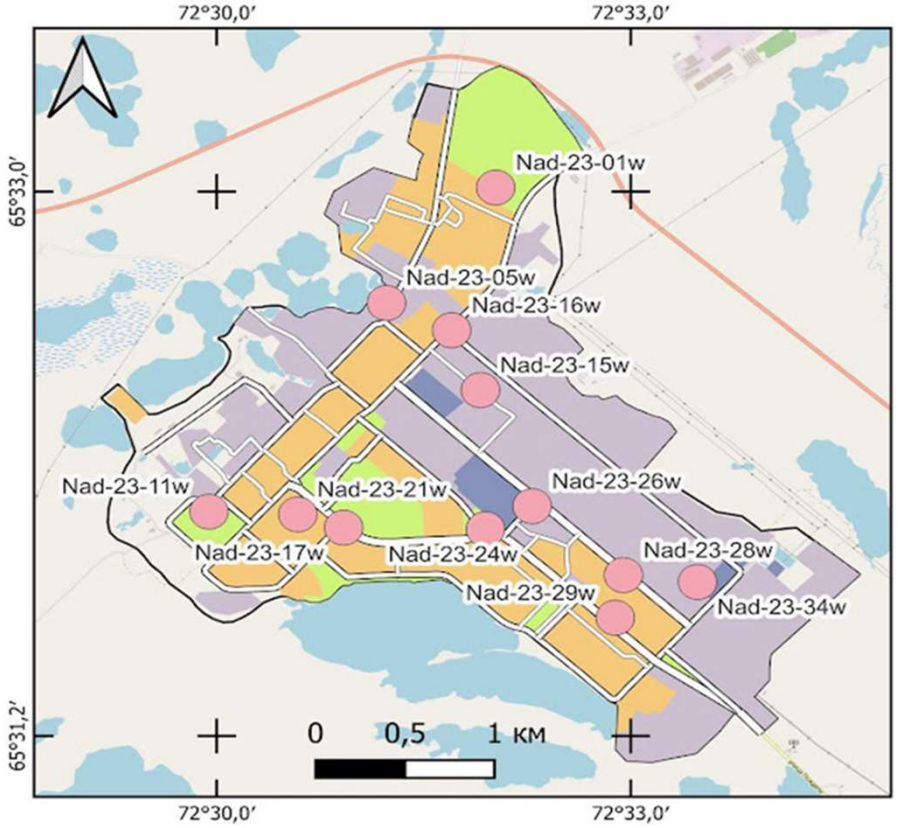
Функциональные зоны
- Промышленная
- Коммунально-складская
- Транспортная
- Селитебная
- Рекреационная

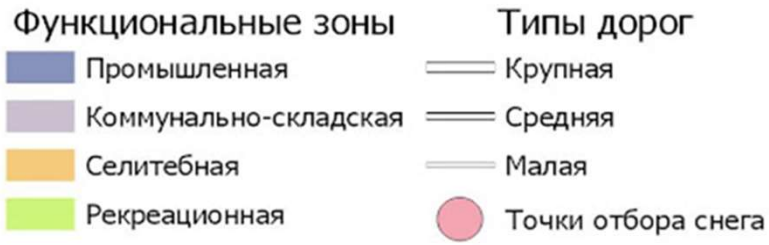
Типы дорог
- Крупная
- Средняя

Точки отбора снега

Полевые исследования проведены в период 27 – 31 января 2023 года.
Отбор проб осуществлялся с помощью снегоотборника на относительно ровных площадках размером 10х10 м.
Отбор проводился на всю глубину снежного покрова.

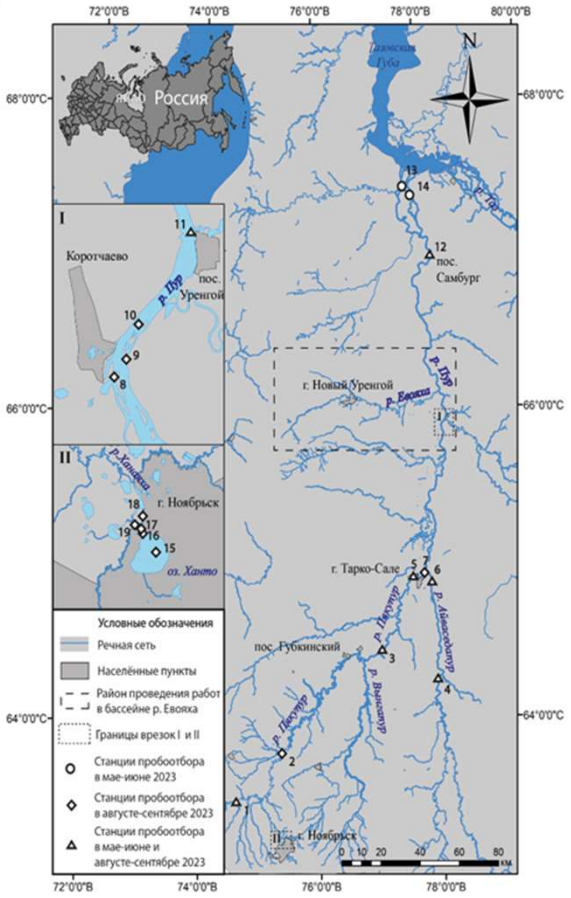
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ Г.НАДЫМ ПУНКТЫ ОТБОРА ПРОБ



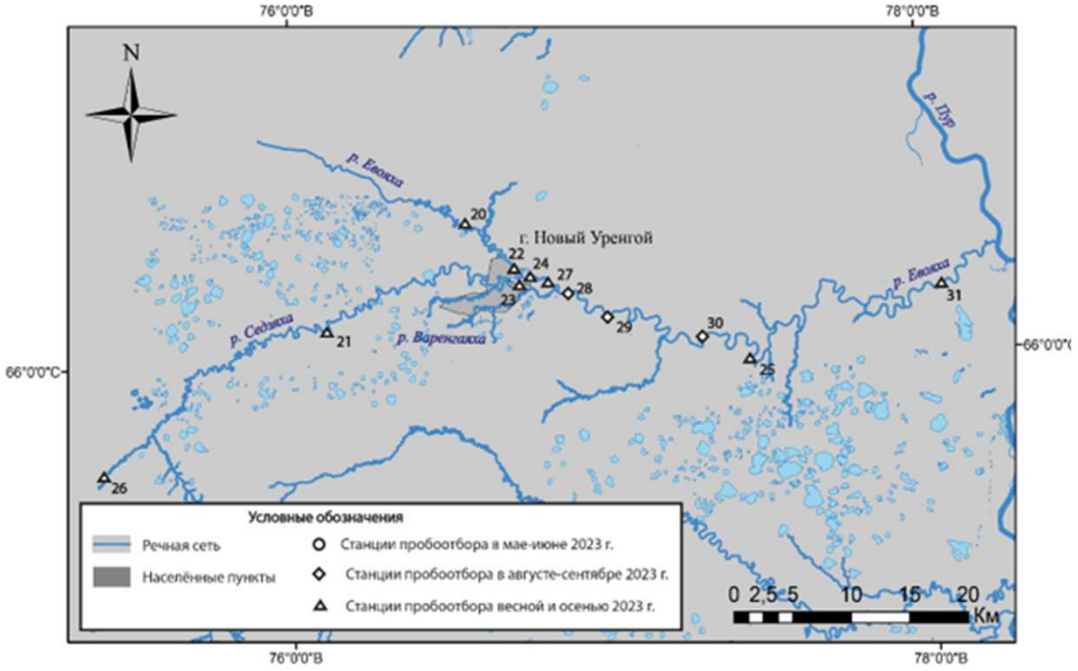


Каждая проба состояла не менее чем из 9 колонок. Пробы отбирались в полиэтиленовые пакеты. Всего отобрано 36 проб снежного покрова в 2 городах и 8 проб на фоновых участках.

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
3. ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ Р. ПУР



Пункты гидролого-геохимических исследований в бассейне р. Пур весной и летом 2023 г.



ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
3. ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ Р. ПУР



Настройка оборудования для работ в верховьях р. Евояхи



Сбор ловушки для взвешенных наносов

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
3. ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ Р. ПУР



Измерение расхода воды р. Евояхи выше г. Новый Уренгой при помощи профилографа SonTek M9



Данные профилографа

Отбор проб воды на р. Пур в створе пгт. Уренгой

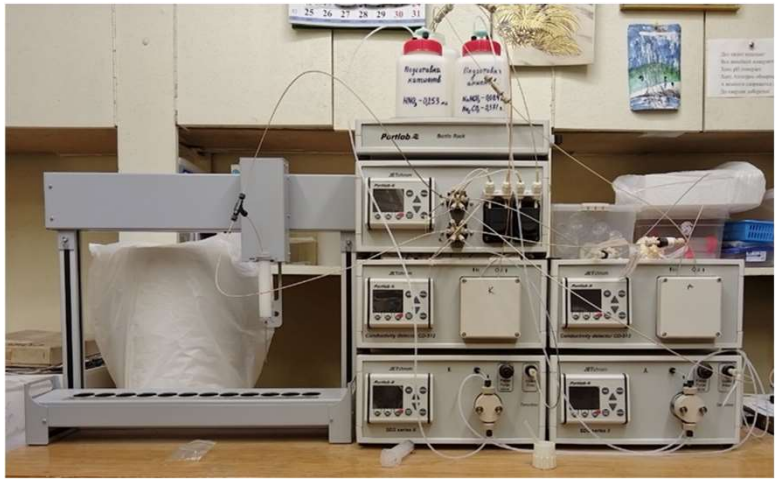


ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



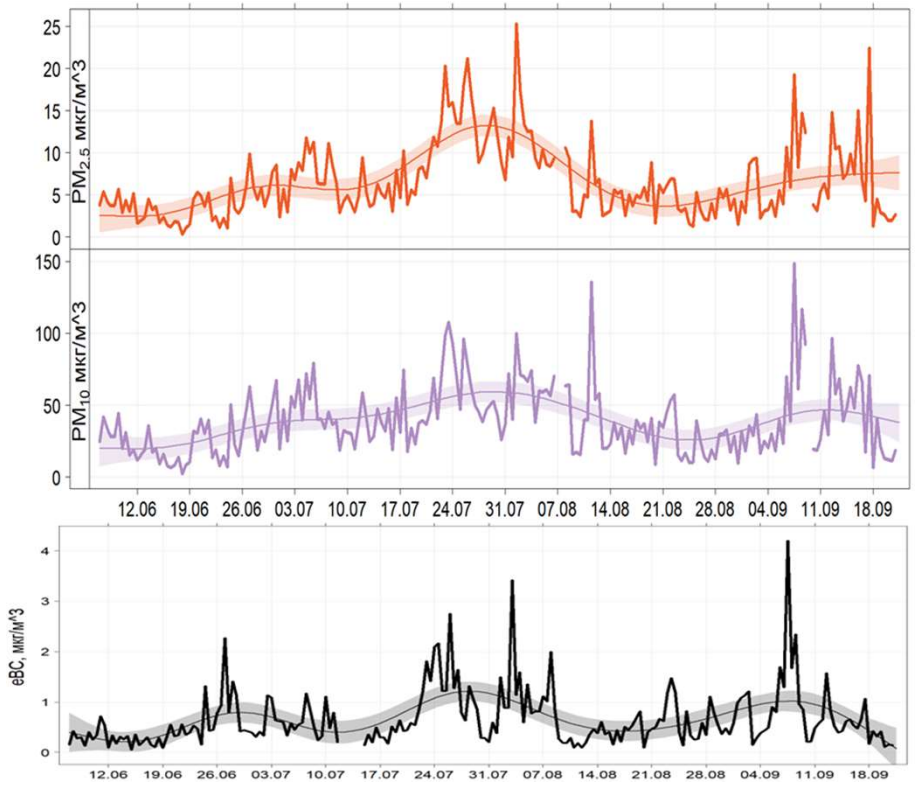
Фильтровальные установки

- Фильтрование проб талых снеговых и речных вод
- Определение pH и электропроводности
- Определение ионного состава аэрозолей, снеговых и речных вод
- Определение содержания широкого комплекса химических элементов в компонентах среды методом ICP-MS, ICP-AES
- Определение содержания 16 индивидуальных ПАУ в аэрозолях, снеговых и речных водах методом хромато-масс-спектрометрии



Ионный хроматограф JETchrom

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ



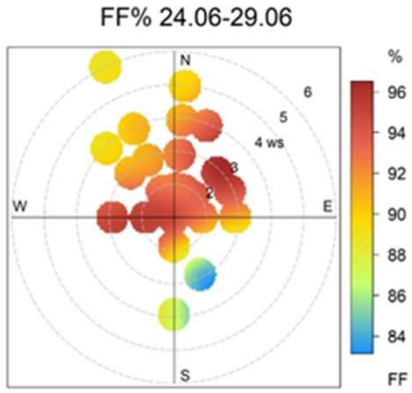
Временной ход массовой концентрации PM2.5 и PM10 и черного углерода за период наблюдений при усреднении 12 часов. Плавная линия – скользящее среднее, тень – 95% доверительный интервал

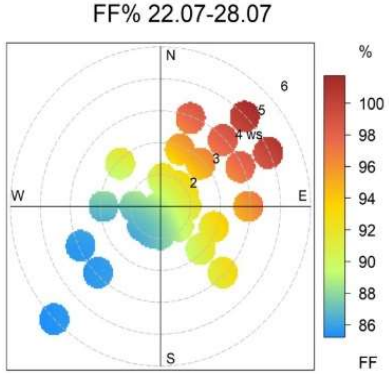
Аэрозольная нагрузка атмосферы
в периоды городского фона и эпизодов загрязнения

	Период	PM2.5, мкг/м^3	PM10, мкг/м^3	eBC, мкг/м^3
Эпизод загрязнения	24.06-28.06	5,0±2,5	32,6±17,6	1,0±0,6
Эпизод загрязнения	23.07-28.07	14,9±3,8	69,5±24,6	1,6±0,8
Эпизод загрязнения	1.08-8.08	11,8±4,6	63,8±14,9	1,2±0,6
Эпизод загрязнения	6.09-8.09	10,5±5,7	76,4±47,5	1,9±1,1
Эпизоды загрязнения в среднем		10,9±5,4	59,8±28,8	1,3±0,8
Городской фон		5,5±3,5	33,8±20,1	0,5±0,3
Весь период наблюдения		6,6±4,5	39,1±24,4	0,7±0,6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ

Двумерное представление процента вклада сжигания природных топлив FF% в зависимости от скорости и направления ветра а) в период 24.06- 29.06, б) 22.07-28.07, в) биомасс BB% в период 22.07-28.07





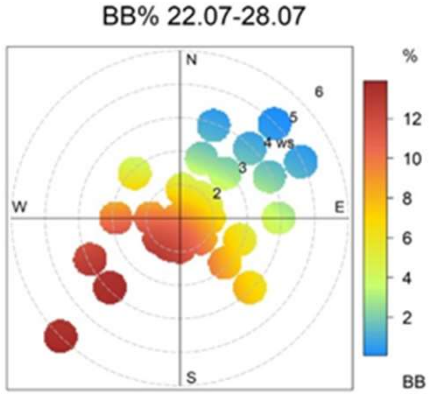
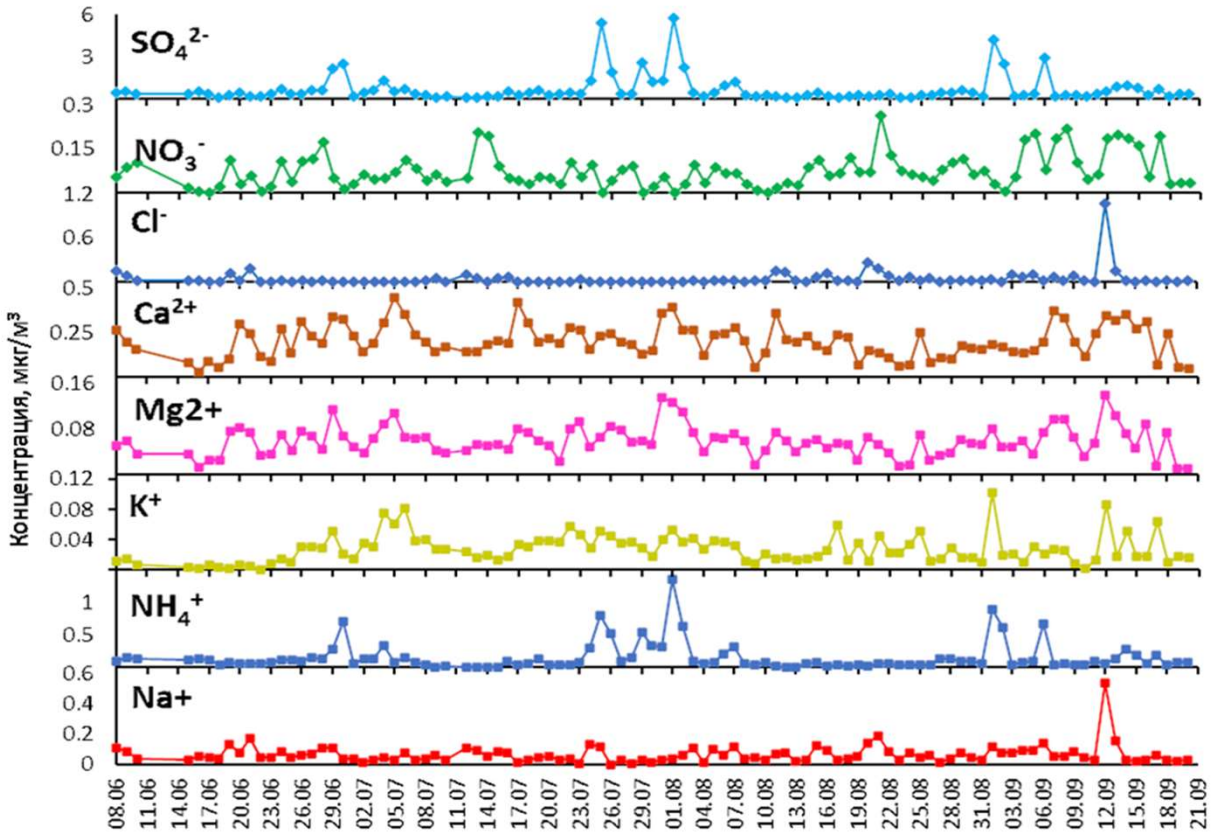




Фото дымовых шлейфов факельных установок:
а) 26 июня, б) в июле, в) в период 1.08-09.08,
г) в ночь на 6 сентября

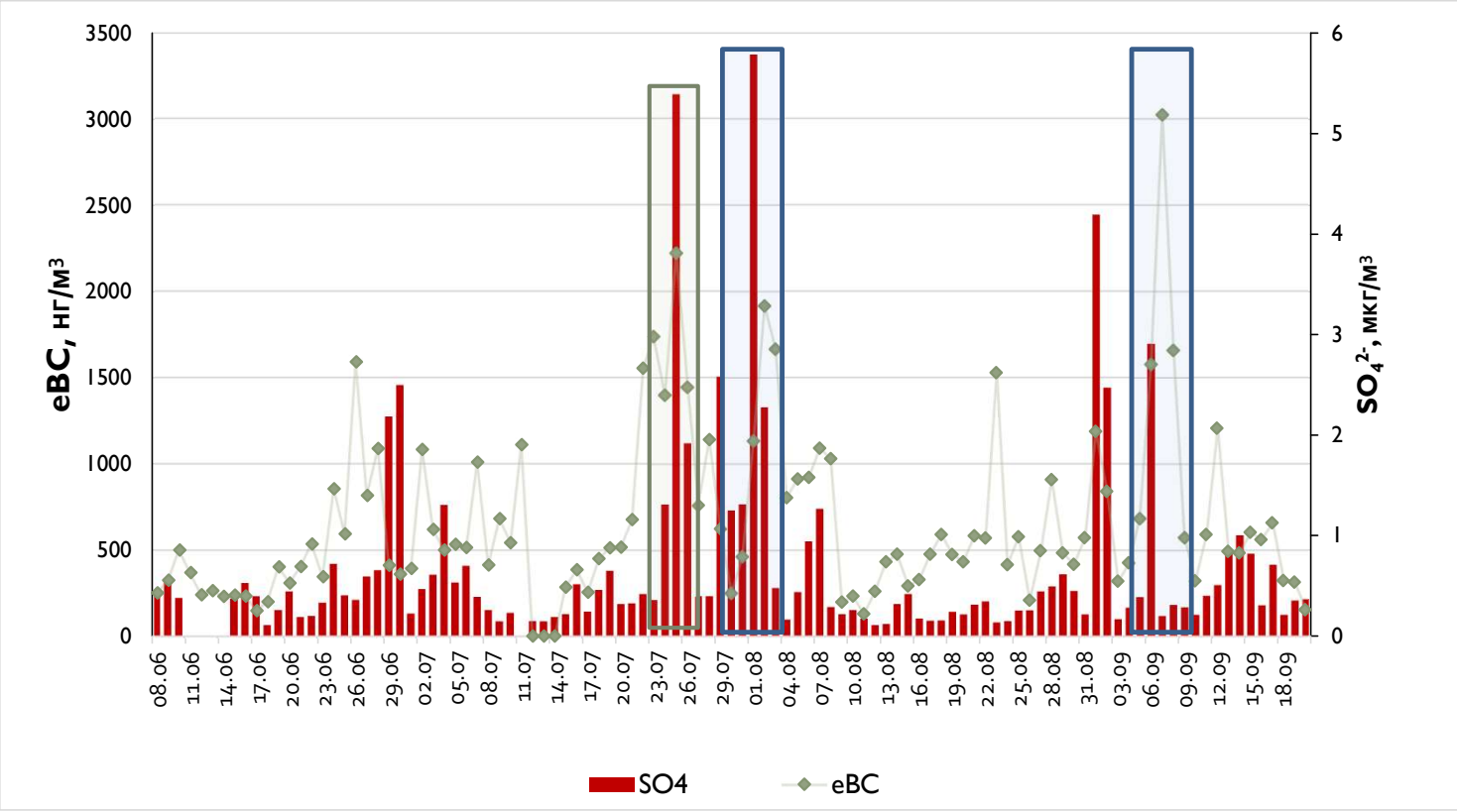
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ



Концентрации Ca2+, Mg2+, Na+, K+, NH4+, NO3–, Cl–, SO42– в аэрозолях за весь период наблюдения

- Суммарная концентрация ионов и относительное содержание в полной сумме ионов определяется, главным образом, ионами сульфата и аммония. Выявлены эпизоды повышения концентраций этих ионов, совпадающие с эпизодами загрязнения черным углеродом, что указывает на единый источник загрязнения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ

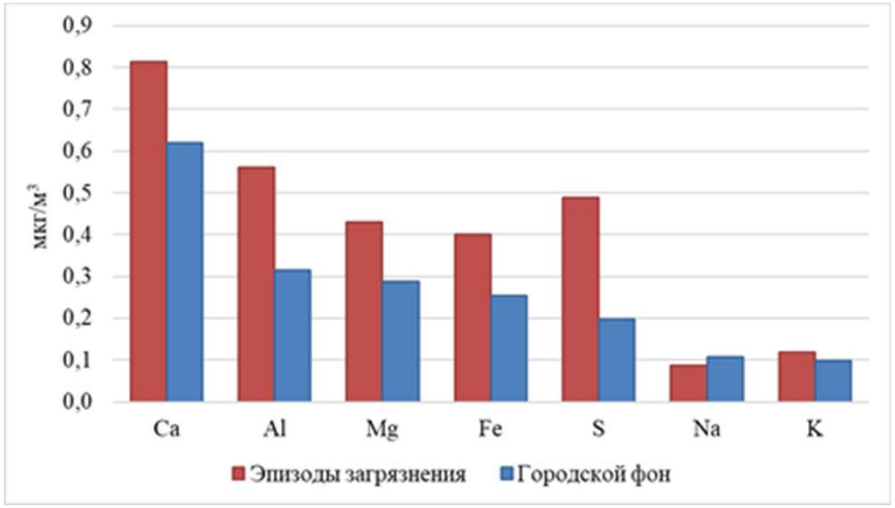


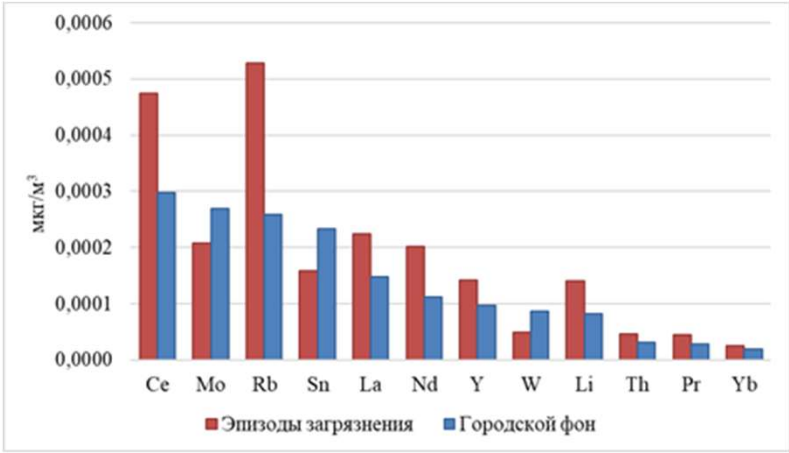
Концентрации сульфат-ионов и черного углерода в аэрозоле

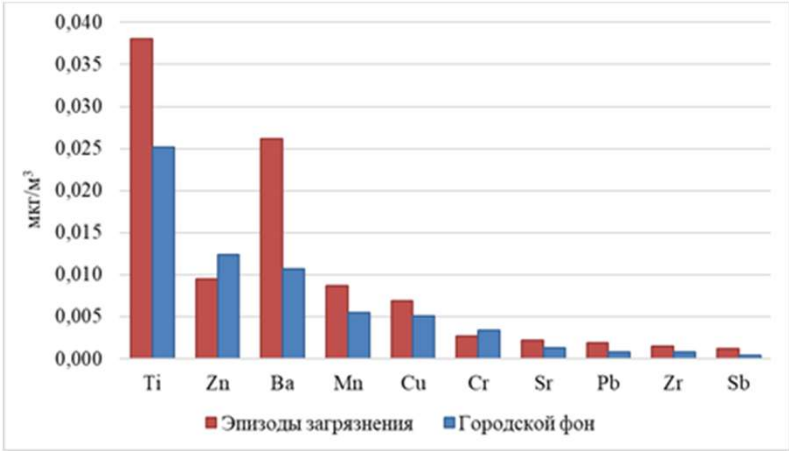
Выявлены эпизоды повышения концентраций ионов аммония и сульфатов, совпадающие с эпизодами загрязнения черным углеродом, что указывает на единый источник загрязнения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ

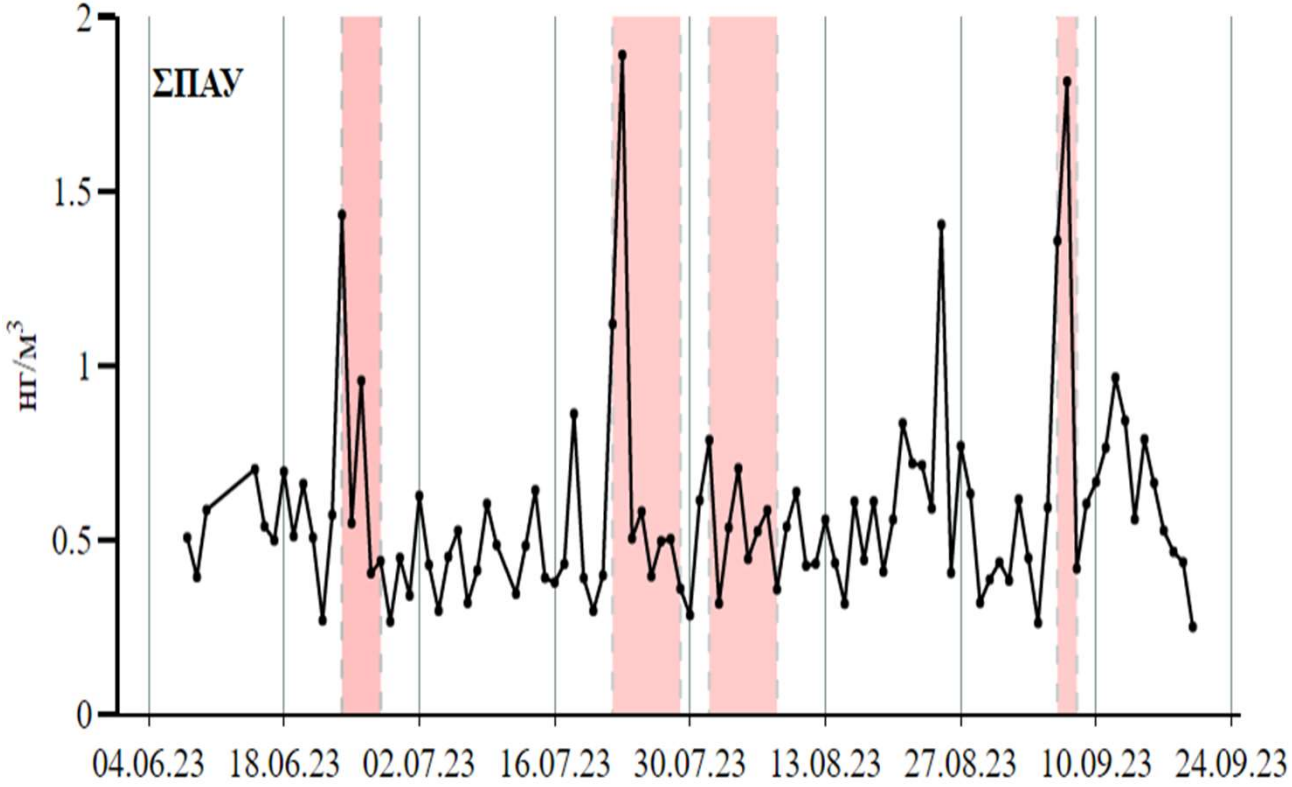
Средняя массовая концентрация элементов (мкг/м3) в периоды городского фона и эпизодов загрязнения







РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ



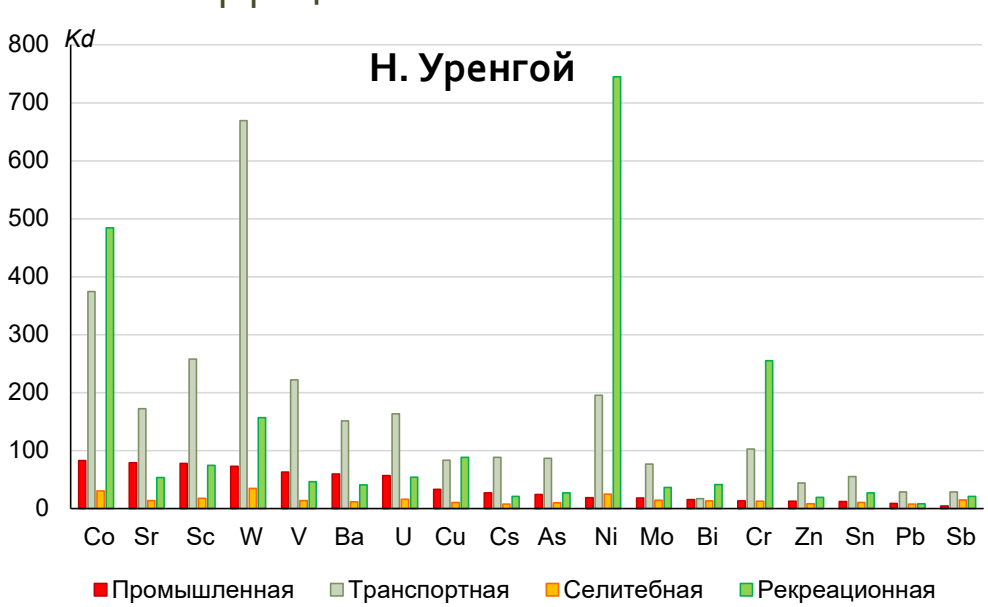
Суммарная концентрация соединений ПАУ (∑ПАУ) за период наблюдения

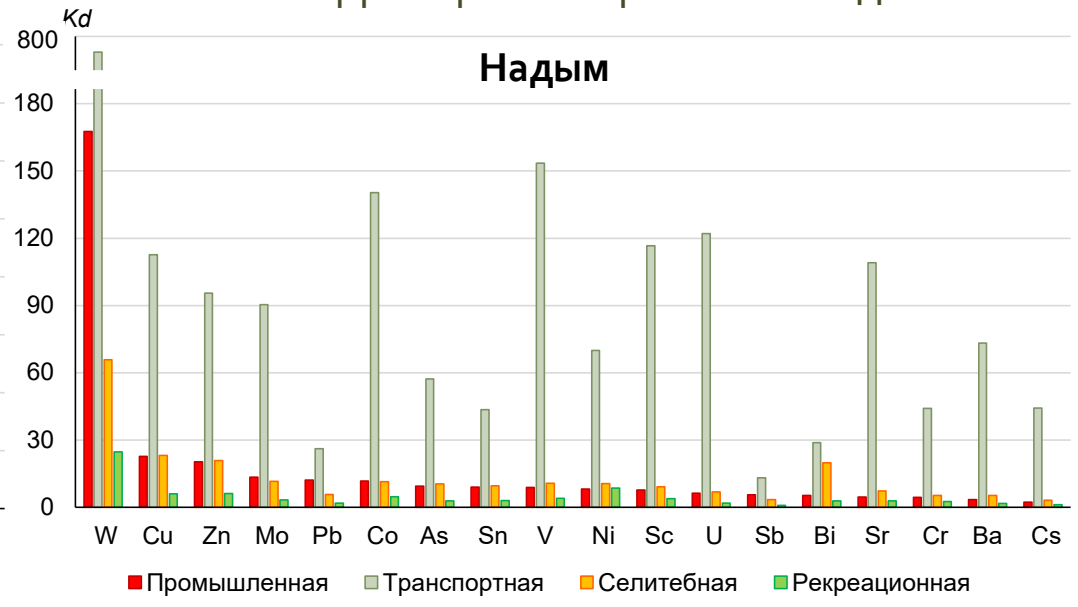
Выделены периоды загрязнения по данным концентраций черного углерода (BC)

Повышенные концентрации ПАУ характерны для периодов загрязнений, выделенных по содержанию черного углерода, что указывает на УНГКМ как общий источник аэрозольной нагрузки города

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Коэффициенты иммиссии Kd ТММ в снеговой взвеси на территории Н. Уренгоя и Надыма



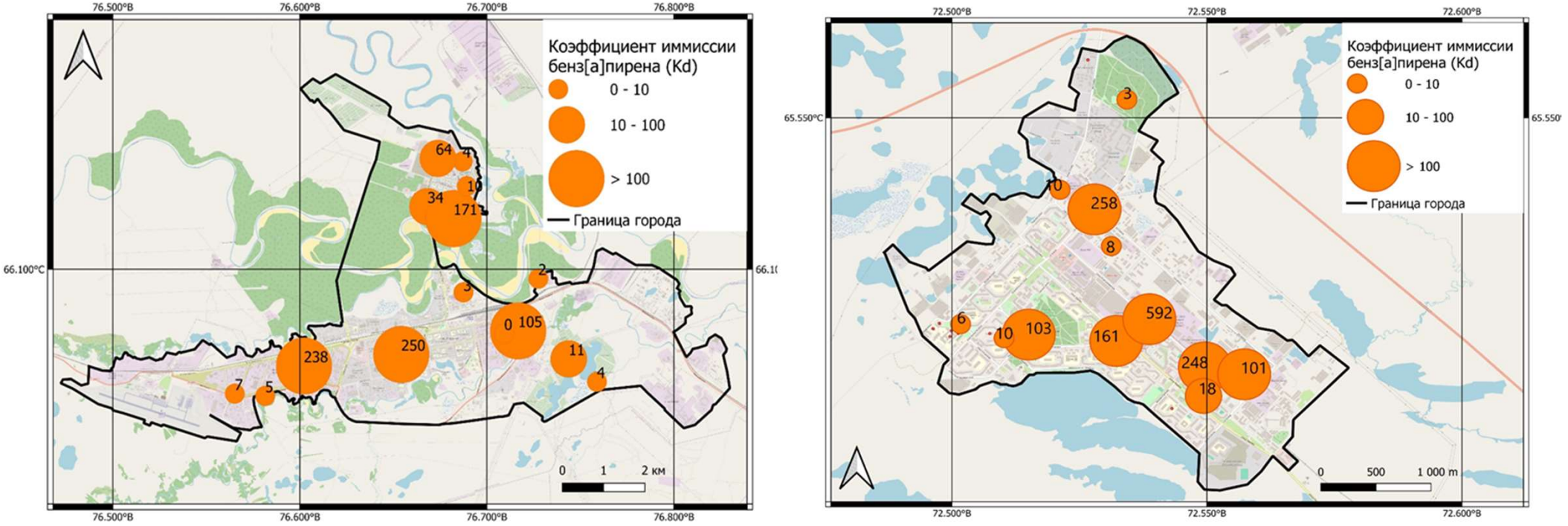


Kd max: в промышленной зоне - Co, Sr, Sc, W, V,
в транспортной – W, Co, Sc, V, Ni,
в селитебной – W, Co, Ni, Sc, V,
в рекреационной – Ni, Co, Cr, W, Cu

Kd max: в промышленной зоне - W, Cu, Zn, Mo, Pb,
в транспортной – W, V, Co, U, Sc,
в селитебной – W, Cu, Zn, Bi, Mo,
в рекреационной – W, Ni, Cu, Zn, Co

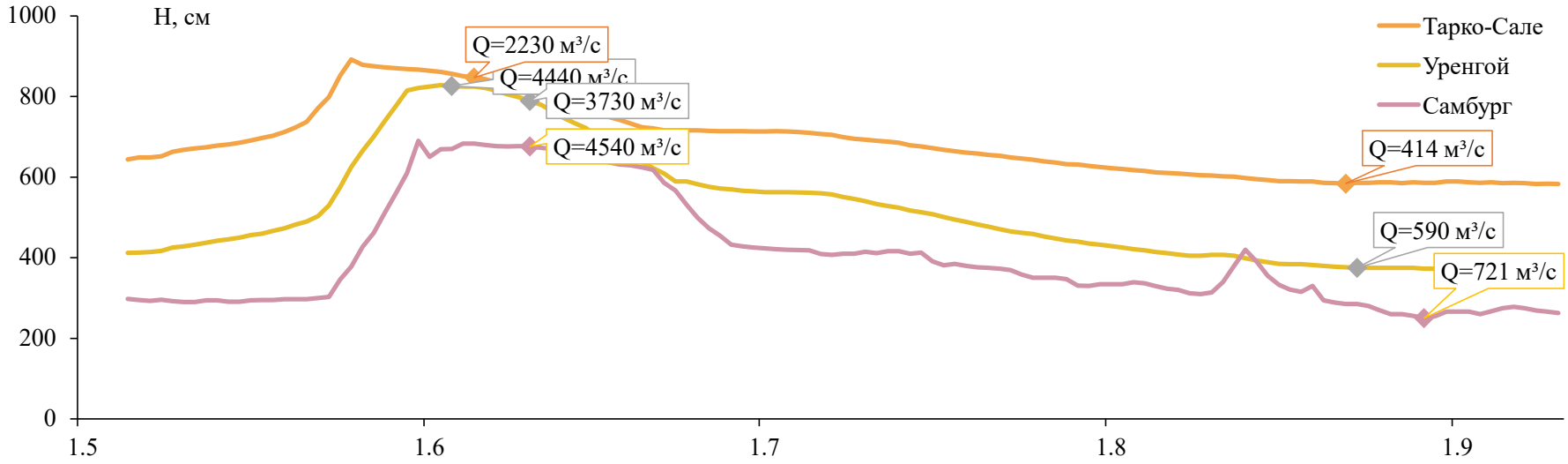
РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Коэффициенты иммисии Kd бенз[a]пирена в снеговой взвеси Н. Уренгоя и Надыма



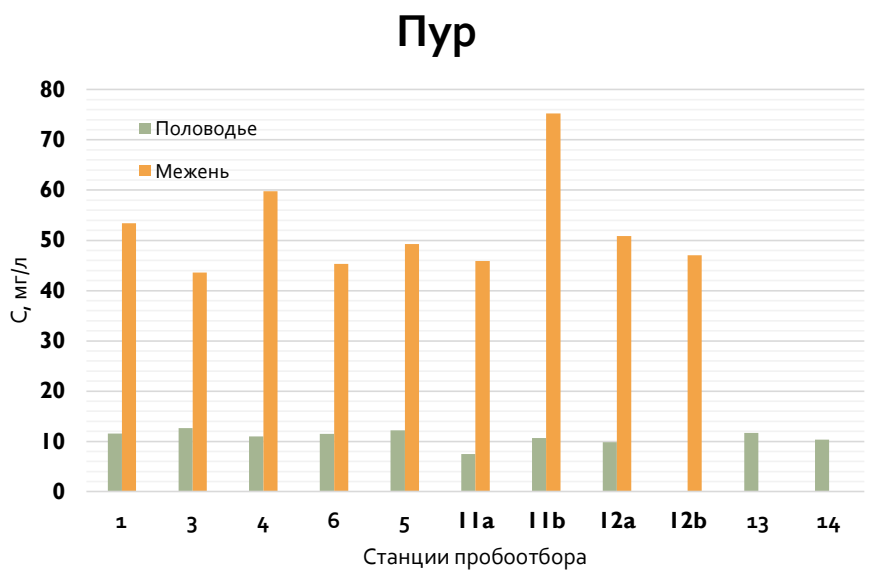
Наибольшие значения коэффициента иммисии Kd бенз[a]пирена характерны для промышленных и транспортных функциональных зон

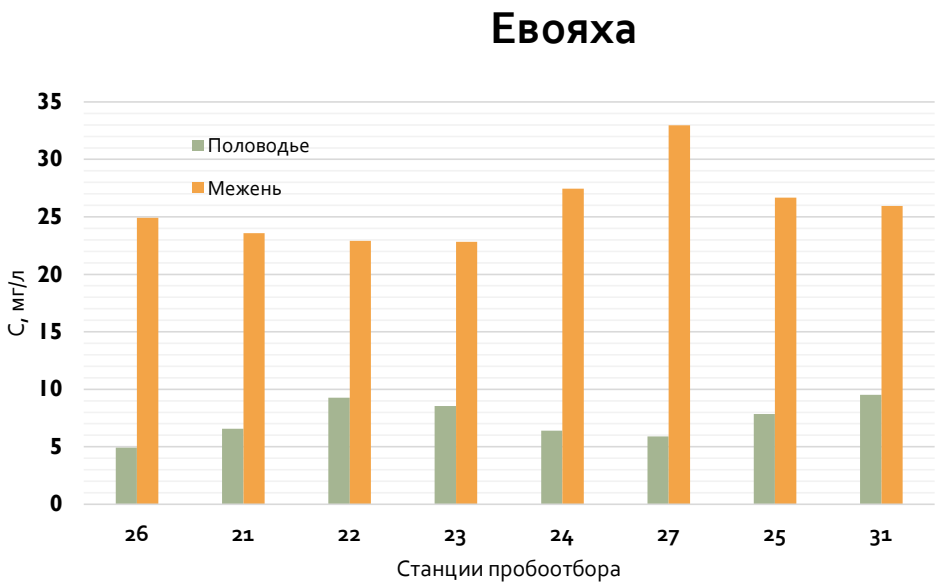
РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Колебания уровня воды (H, см) в створах р. Пякупур – г. Тарко-Сале, р. Пур – пгт. Уренгой, р. Пур – г. Самбург по данным постов Росгидромета и значения расходов воды (Q, м3/с, вне масштаба), измеренных в ходе экспедиционных исследований в 2023 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ





Изменение минерализации речных вод по длине р. Пур и р. Евояха в половодье и межень 2023 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

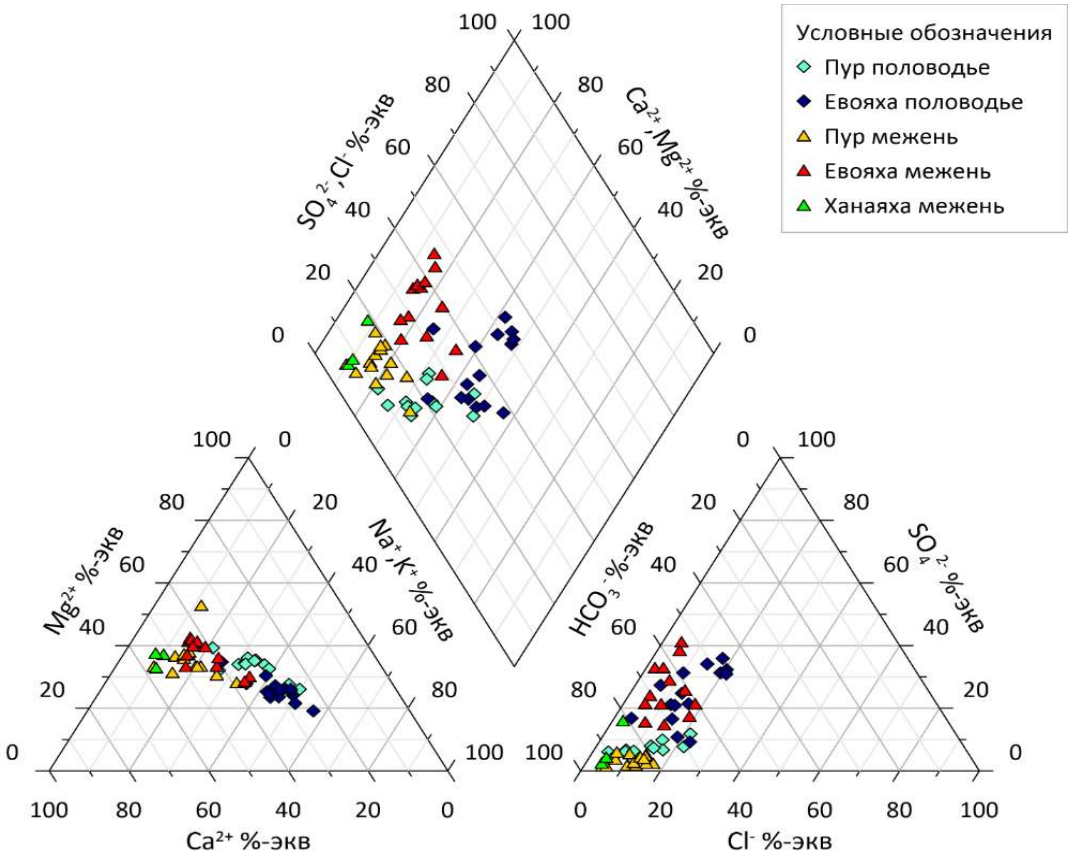


Диаграмма Пайпера* для 5 групп главных ионов в бассейне р. Пур в 2023 г.

**При построении диаграммы Пайпера за 100 % требуется принимать отдельно анионы и катионы, в сумме же они составляют 200 %. Относительное содержание каждого из ионов умножалось на 2*

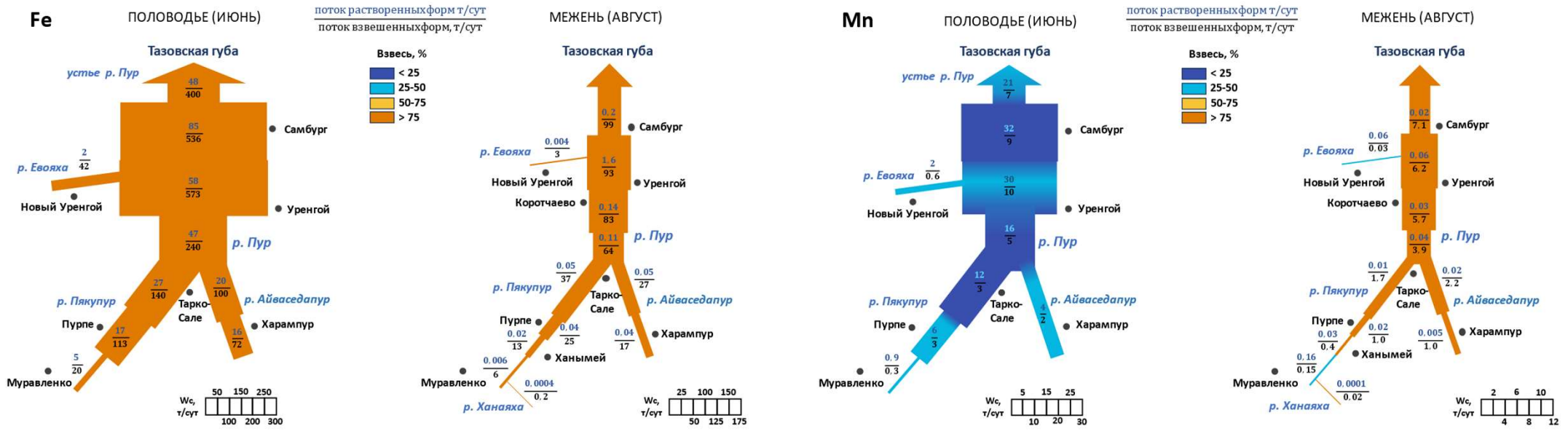
РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фаза водного режима	Форма миграции	Потоки химических элементов, кг/сут						
		Fe	Mn	Zn	Pb	As	Sb	Cd
Половодье (июнь)	раствор	85097	32392	902	27,5	141,2	39,2	4,7
	взвесь	535686	8941	475	135,6	74,6	10,7	1,9
	сумма	620783	41333	1377	163,1	215,8	49,9	6,6
Летняя межень (август)	раствор	187	16	12	0,6	18,1	5,5	0,2
	взвесь	99227	7107	87	7,0	21,2	2,5	0,4
	сумма	99414	7122	99	7,7	39,3	8,0	0,6

Потоки ТММ через замыкающий створ р. Пур (пос. Самбург), *кг/сут*

Суммарные потоки ТММ в половодье по сравнению с меженью многократно возрастают.
Наиболее контрастны различия потоков растворенных форм **Fe** и **Mn**: в половодье в 500 (**Fe**) и 2000 (**Mn**) раз больше, чем в межень/

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Потоки Fe и Mn в бассейне р. Пур в половодье и межень 2023 г., т/сут

ВЫВОДЫ

- По данным непрерывных измерений полной массовой концентрации аэрозолей PM10 и PM2.5 и черного углерода показано, что атмосфера города Новый Уренгой испытывает значительное влияние эмиссий сжигания углеводородов на факельных установках Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения, а также дымовых эмиссий природных пожаров на юге Сибири.
- Эпизоды загрязнения наблюдались в 22% наблюдений, средняя концентрация черного углерода возрастала до 4 раз по сравнению с городским фоном. Восточное и северо-восточное направления источников высоких концентраций черного углерода индицируют загрязнение, связанное с объектами топливно-энергетического комплекса.
- Показана сильная изменчивость концентраций неорганических ионов в составе аэрозолей. Суммарная концентрация ионов и относительное содержание в полной сумме ионов определяется главным образом ионами сульфата и аммония. Выявлены эпизоды повышения концентраций этих ионов, совпадающие с эпизодами загрязнения черным углеродом, что указывает на единый источник загрязнения.

ВЫВОДЫ

- Изучение элементного состава аэрозолей показало, что концентрации большинства элементов выше во время эпизодов загрязнения, чем в периоды городского фона. Это может быть связано как с их поступлением от источников загрязнения, так и с общим увеличением запыленности атмосферы в эти периоды.
- Повышенные в среднем на 40% концентрации ПАУ в атмосферных аэрозолях характерны для периодов загрязнений, выделенных по содержанию черного углерода, что указывает на УНГКМ как общий источник аэрозольной нагрузки города.
- Геохимический анализ снеговых вод показал, что антропогенная нагрузка на окружающую среду в Новом Уренгое существенно выше, чем в Надыме. Это проявляется в ионном составе снеговых вод, показателях пылевых выпадений, содержания и поставки тяжелых металлов, металлоидов и полиаренов. Соотношение тяжелых и легких ПАУ, содержание соединений азота в снеговых водах свидетельствуют о влиянии факельных установок Уренгойского месторождения, проявляющемся во всех функциональных зонах города.

ВЫВОДЫ

- В реках бассейна р. Пур в растворенной форме накапливаются Fe, Al и Zn. Содержание других металлов и металлоидов в большинстве случаев ниже среднемирового. Во взвешенной форме в реках относительно накапливаются Fe и Mn, что связано с их осаждением на кислородном геохимическом барьере.
- Суммарные потоки ТММ в половодье по сравнению с меженью многократно возрастают. Увеличиваются потоки как взвешенных, так и растворенных форм ТММ, однако для растворенных форм различия намного контрастнее, особенно для Fe и Mn – в 500 и 2000 раз, соответственно.
- Состав ПАУ в речной взвеси однородный , с незначительными колебаниями долей индивидуальных соединений. Повсеместно преобладающая ассоциация – аценафтеново-фенантреново-нафталиновая. Отсутствие тяжелых ПАУ и малая доля средних ПАУ могут служить показателем их петрогенного происхождения.