

Восьмой объединенный всероссийский метеорологический и
гидрологический съезд

Мониторинг и исследования состава и загрязнения атмосферы

Состояние и перспективы развития системы мониторинга содержания черного углерода в атмосфере

Гинзбург Вероника Александровна

Зам. директора ФГБУ «ИГКЭ»

Доклад подготовлен: Безденежных В.А., Позднякова Е.А.

30 октября 2024 г

- В 2019 году разработана Концепция создания **комплексной системы мониторинга черного углерода**, включая:
 - оценку (инвентаризацию) выбросов черного углерода;
 - наблюдения и оценку за содержанием черного углерода в атмосфере и смежных средах на региональном и фоновом уровнях;
 - моделирование и оценку переноса черного углерода и его воздействия на радиационный баланс и климат Арктики.
- В соответствии с Распоряжением Правительства РФ 19.09.2022 г. N 2700-р Росгидромет является головной организацией по участию в деятельности Экспертной группы Арктического совета по черному углероду и метану
- В 2021 году принято решение о выделении дополнительных **бюджетных ассигнований** на обеспечение российского участия в деятельности группы АС по черному углероду (саже) и метану и реализацию Дорожной карты

Работы проводятся в рамках выполнения *плана ОИР Росгидромета тема 8.23* «Обеспечение российского участия в деятельности группы АС по черному углероду и метану»

и в соответствии с «*Планом мероприятий (дорожной карте)* по реализации Росгидрометом в 2022-2026 гг. работ, связанных с российским участием в деятельности группы Арктического совета по черному углероду и метану»

по следующим направлениям:

1. Подготовка Национального двухгодичного доклада РФ для Арктического совета
2. Подготовка ежегодных материалов для двухгодичного Национального доклада РФ
3. Методические работы по созданию сети мониторинга черного углерода
4. Проведение измерений концентрации черного углерода на экспериментальных площадках и станциях мониторинга
5. Участие в мероприятиях Арктического Совета

Методические работы по созданию сети мониторинга черного углерода

- Проведен анализ российских и международных рекомендаций по методам и технологиям проведения отбора проб для мониторинга черного углерода,
- Проанализирован опыт проведения измерений черного углерода в рамках научных проектов, реализовывавшихся на территории России,
- Проведена апробация ряда российских и международных рекомендаций по методам и технологиям проведения отбора
- Подготовлены рекомендации по отбору проб атмосферного воздуха для мониторинга черного углерода

Работа совместно с ЛИИ СО РАН (г. Иркутск)

«Исследование по определению содержания сажи и черного углерода в пробах атмосферного аэрозоля и осадков на городской, негородской (сельской) и фоновой территориях»:

- *Отбор проб,*
- *Анализ методик*

Методы определения содержания черного углерода

На станции

- Аэталометры (приоритет)
– основан на оптических свойствах
- Пробоотборные установки –
- для определения в лаборатории на основе физико-химических свойств

Дополнительные измерения:

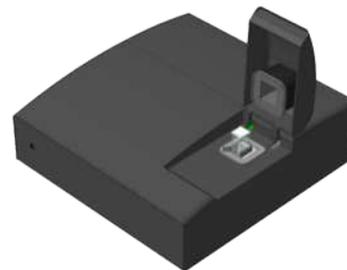
- Лидары
- Аэрологические зонды
- Счетчики частиц

В лаборатории

- Анализаторы общего углерода (ТОС-анализаторы) - метод термокаталитического окисления
- Фотометры
- Методы спектроскопии комбинационного рассеяния

Дополнительно

- Хроматомасс-спектрометры



Разработка анализатора частиц черного углерода в атмосфере

Работа с ВНИИОФИ (г. Москва)

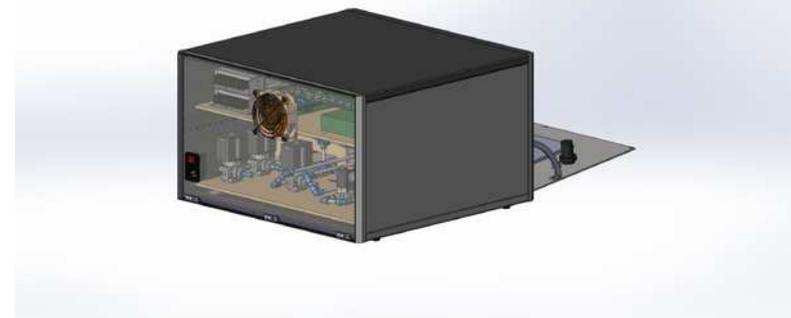
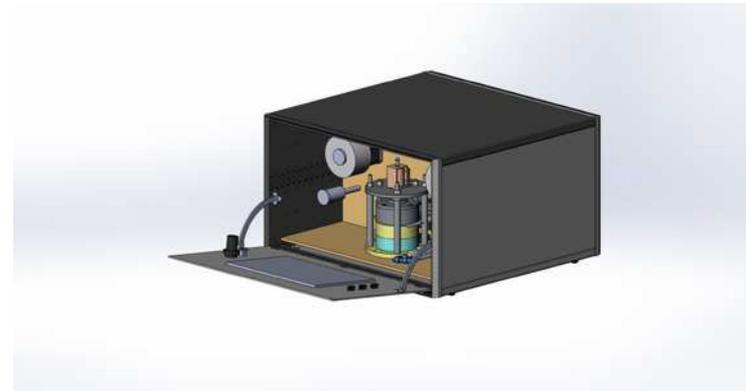
- Разработка отечественного оптического анализатора - аэталометр
- Исследование спектров комбинационного рассеяния образцов аэрозольных частиц
- Использование методов машинного обучения для создания нейросети для определения преобладающего источника черного углерода в пробах воздуха по спектрам комбинационного рассеяния

- Принцип действия – непрерывная прокачка воздуха через ленту из стекловолокна с одновременным измерением возрастания оптического ослабления на 7 длинах волн.
- Диапазон определения массовых концентраций частиц ЧУ
--от 0,01 до 100 мкг/м³
- Скорость потока воздуха
– дискретно регулируется в диапазоне от 1 до 5 л/мин
- Прибор будет укомплектован системой пробоотбора, включающей подогрев воздушной пробы до положительных температур и импактором для выделения частиц с размерами не более 2,5 мкм
- Срок разработки (НИР + ОКР) -2024 -2026 гг.

Программное обеспечение для анализатора частиц черного углерода

- Основные функции – полное управление пневматической и оптической системами анализатора, прием данных, обработка данных (вычисление массовой концентрации частиц ЧУ, частиц с УФ поглощением, показателей, позволяющих оценить происхождение частиц ЧУ), тестирование и калибровка систем прибора.
- Поддержка стандартного и пользовательских режимов отбора проб воздуха, экспорт данных в Excel и в сеть Интернет.
- Две версии ПО – для компьютера, встроенного в анализатор и для внешнего ПК, три уровня доступа к функциям ПО.

3D модели анализатора и макет для отладки систем прибора



Концепция сети мониторинга черного углерода

Станции мониторинга базового уровня

Основной целью мониторинга на станциях базового уровня является обеспечение долгосрочных базовых химико-физических измерений:

- 1 год работы – отбор проб осадков и снежного покрова,
- 2 год и далее – отбор проб атмосферного воздуха
- Измерение метеорологических параметров,

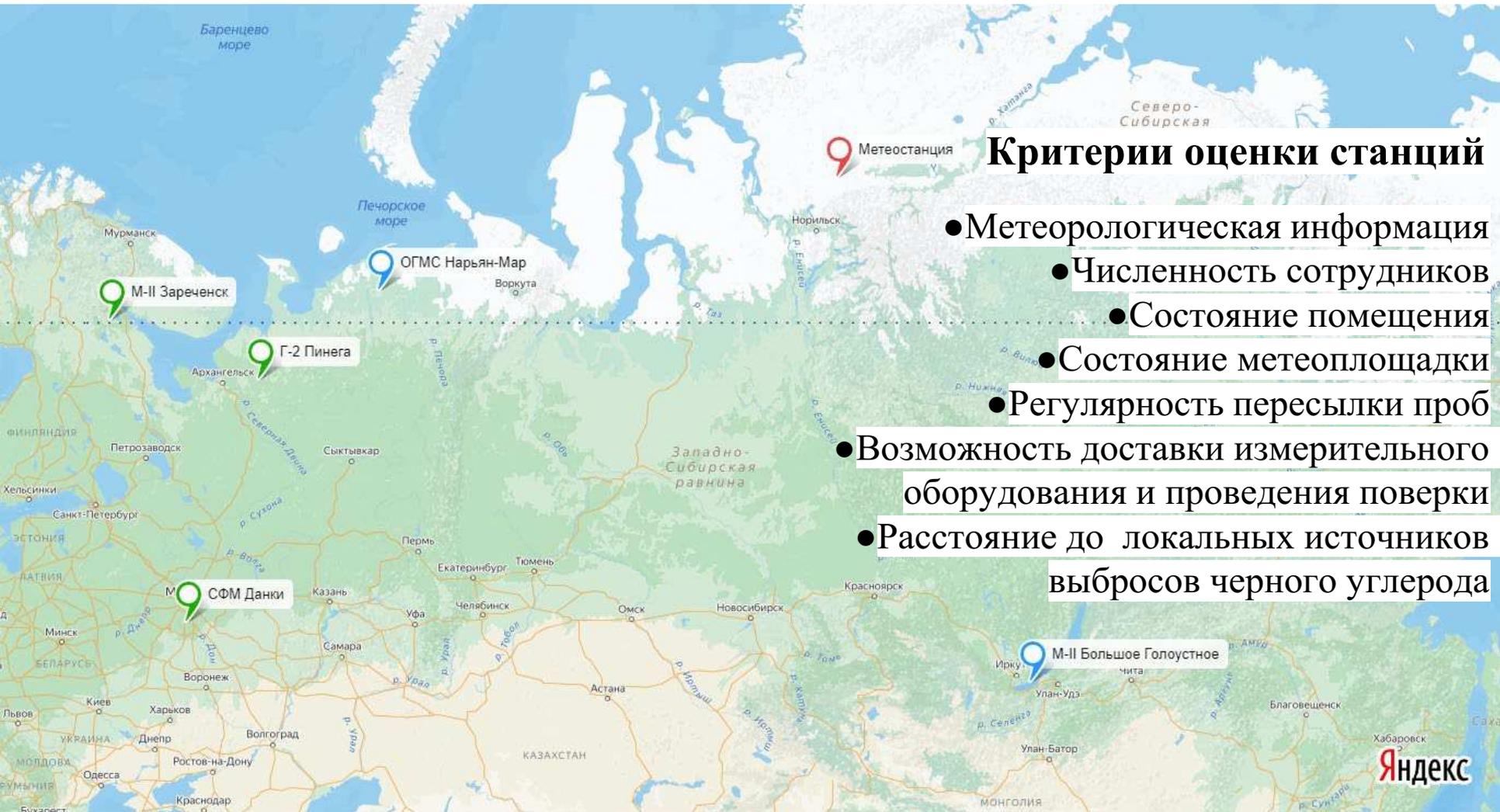
Программа предполагает отбор не менее 200 проб осадков и 200 проб атмосферного воздуха в год, 1 проба снежного покрова в момент максимального снегозапаса.

Станции мониторинга научного уровня

Измерения на станциях научного уровня охватывают все наблюдения базовой программы, кроме того

- оснащение аэталометрами первой малой серии,
- отработка методики измерений с использованием автоматического анализатора,
- дополнительные экспериментальные измерения, включая альbedo снега, аэрологические наблюдения и др.

Географический охват сети



Критерии оценки станций

- Метеорологическая информация
- Численность сотрудников
- Состояние помещения
- Состояние метеоплощадки
- Регулярность пересылки проб
- Возможность доставки измерительного оборудования и проведения поверки
- Расстояние до локальных источников выбросов черного углерода

-  действующие станции мониторинга ЧУ;
-  станции, наблюдения на которых начаты 1.01.2024;
-  территории, обследованные в 2024 году

Действующие станции мониторинга черного углерода

С 2022 г. - станции Данки (Центрального УГМС), Зареченск (Мурманского УГМС), Пинега (Северного УГМС).

С 2024 года - станции Большое Голоустное (Иркутское УГМС) и ОГМС Нарьян-Мар (Северное УГМС).

Станция ЕМЕП Зареченск
(RUS 0021)



Станция М-II Большое
Голоустное



Станция ОГМС
Нарьян-Мар



Станция ОГМС Пинега



Станция
Данки



Обследование территорий для оценки возможности проведения наблюдений за содержанием черного углерода



**Станция ОГМС Якутск
(обследование 21.10.2024)**



**Станция ГМО Тикси
(обследование 25.10.2024)**

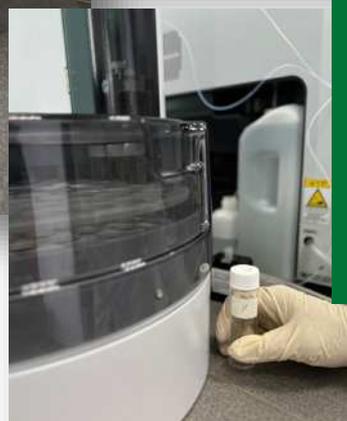


Измерения содержанием черного углерода в лаборатории ФГБУ «ИГКЭ»

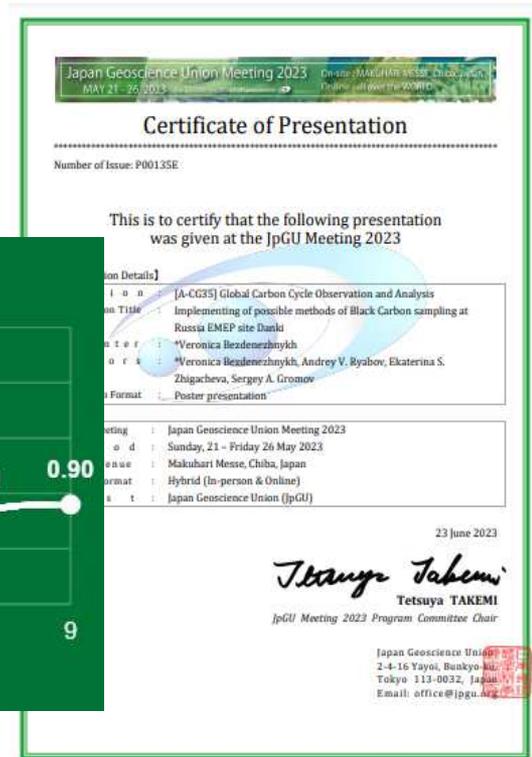
Анализ проб проводят в соответствии с ISO 8245:1999 «Качество воды. Руководство по определению общего органического углерода (TOC) и растворенного органического углерода (DOC)»
 [«Water quality - Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC)»]



Анализ проб атмосферных осадков



С 2024 года работает региональная лаборатория по измерению содержания черного углерода на базе Иркутского ЦМС





Перспективы развития сети мониторинга черного углерода

- Расширение географического охвата и увеличение станций мониторинга до не менее 10,
- Подготовка и утверждение документов, регламентирующих организацию и проведение наблюдений за содержанием черного углерода, включая правила отбора, транспортировки, хранения, анализа проб,
- Разработка стратегии развития сети мониторинга черного углерода на 2030-2039 гг.
- Аттестация и введение в эксплуатацию на сети разработанного отечественного оптического анализатора частиц черного углерода,
- Разработка системы получения данных от УГМС по концентрациям аэрозольных частиц черного углерода с использованием автоматического анализатора аэрозольных частиц черного углерода

Спасибо за внимание!

Гинзбург Вероника Александровна

к.г.н., заместитель директора

ФГБУ «ИГКЭ»

veronika.ginzburg@gmail.com

veronika.ginzburg@igce.ru



Экспертная группа по черному углероду и метану

- Экспертная группа была создана в 2015 г. с целью проведения периодического обзора, анализа и оценки прогресса хода реализации **«Рамочной программы действий Арктического совета по черному углероду и метану»**, которая была принята на Министерской встрече АС в 2015 году и устанавливает подходы к национальным и коллективным действиям по сокращению выбросов черного углерода и метана.
- Российская Федерация, как и все страны Арктического совета, приняла на себя **добровольные обязательства** раз в два года представлять **Национальный доклад**, включающий информацию о выбросах черного углерода и метана на территории России и мерах по снижению выбросов, актуальных для Арктического региона.
- Страны Арктического совета в 2017 году приняли на себя **добровольную совместную цель по снижению выбросов черного углерода** к 2025 году на 25-33% по сравнению с уровнем 2013 года. К 2018 году общий выброс черного углерода стран Арктического совета сократился на 20% по сравнению с 2013 годом.