

«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОНИТОРИНГА СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ»

Запевалов М.А.

зам. директора ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета

г. Обнинск, Калужская область

zap@rpatyphoon.ru

*Круглый стол «Экологический мониторинг: современное состояние
и перспективы развития с использованием новейших технологий»*

Форум «Экология большого города 2024»

г. Санкт-Петербург, 27-29 марта 2024 года

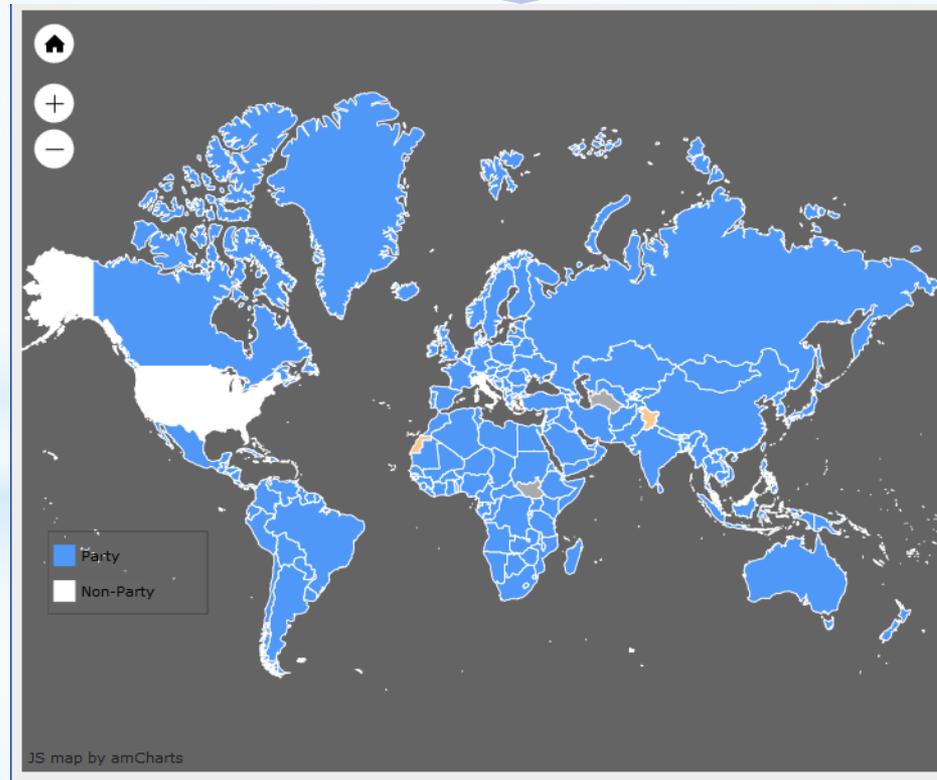


Цель и структура доклада

1. Привлечь внимание к проблеме стойких органических загрязнителей, одной из глобальных проблем окружающей среды
2. Осветить проблемы и перспективы развития мониторинга загрязнения окружающей среды стойкими органическими загрязнителями с учетом:
 - международного аспекта - Стокгольмская конвенция о СОЗ (2001 год);
 - национального аспекта - мониторинг СОЗ в окружающей среде на ГСН Росгидромета;
 - опыта НПО «Тайфун» на примере:
 - ✓ мониторинга СОЗ уникальной экологической системы озера Байкал
 - ✓ мониторинга СОЗ атмосферного воздуха города Санкт-Петербурга (в процессе)

Стокгольмская Конвенция о стойких органических загрязнителях (2001)

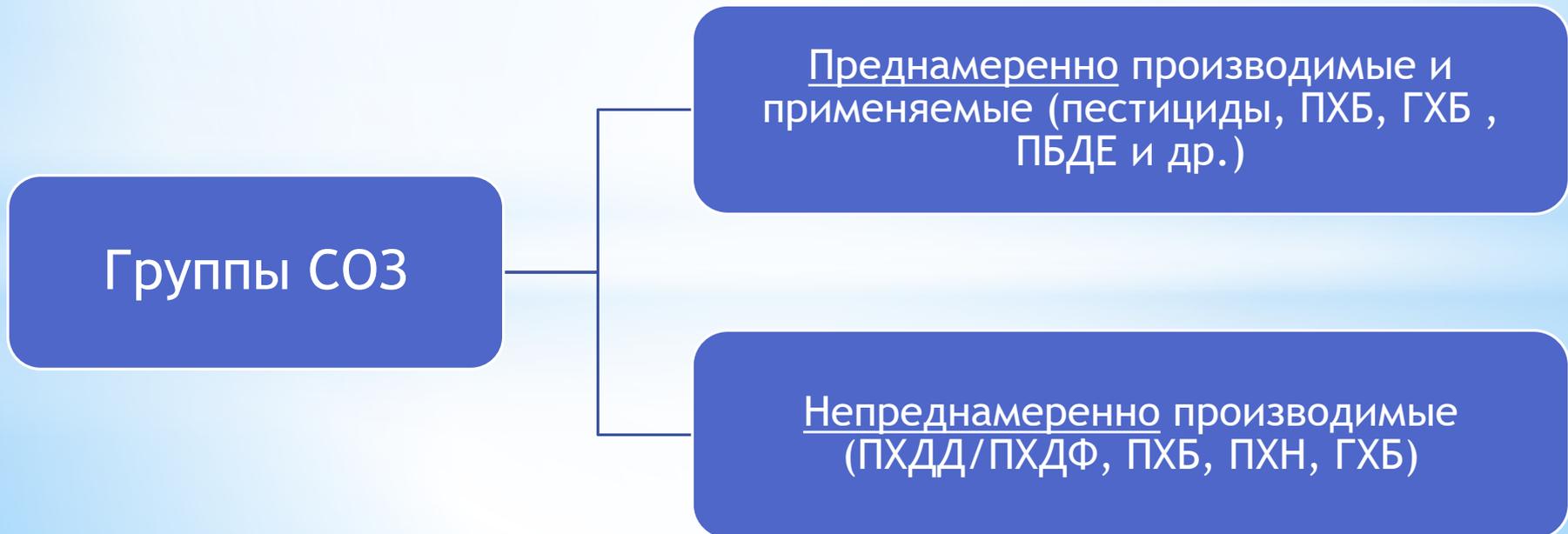
Проблема, связанная с загрязнением окружающей среды стойкими органическими загрязнителями носит глобальный характер и никакая страна в одиночку не может ее решить. Осознание этого факта явилось причиной объединения усилий мирового сообщества и заключения в 2001 году Стокгольмской Конвенции по СОЗ (184 страны).



Стокгольмская Конвенция о стойких органических загрязнителях (2001)

Критерии отнесения токсикантов к СОЗ

- ✓ *стойкость в окружающей среде*
- ✓ *острая и хроническая токсичность*
- ✓ *биоаккумуляция*
- ✓ *трансграничный перенос на большие расстояния по воздуху, воде, либо с мигрирующими видами*



Список СОЗ, включенных в Стокгольмскую конвенцию

Наименование СОЗ	Вещества, рекомендуемые для мониторинга	Приложение конвенции ²	
Начальный список СОЗ (2001 г.)			
Альдрин	Альдрин	А	
Хлордан	Цис- и транс-хлордан, цис- и транс-нонахлор, оксихлордан	А	
Дильдрин	Дильдрин	А	
Эндрин	Эндрин	А	
Гептахлор	Гептахлор, гептахлорэпоксид	А	
Гексахлорбензол (ГХБ)	Гексахлорбензол	А, С	
Мирекс	Мирекс	А	
Токсафен	Конгены P26, P50, P62	А	
Полихлорированные бифенилы (ПХБ)	ΣПХБ ₆ (6 конгенов): 28, 52, 101, 138, 153 и 180; токсичные ПХБ (12 конгенов): 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169 и 189	А, С	
Дихлордифенилтрихлор-метилметан (ДДТ)	4,4'-ДДТ, 2,4'-ДДТ, 4,4'-ДДЕ, 2,4'-ДДЕ, 4,4'-ДДД, 2,4'-ДДД	В	
Полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны (ПХДД/ПХДФ)	2,3,7,8-замещенные ПХДД/ПХДФ (17 изомеров)	С	

Список СОЗ, включенных в Стокгольмскую конвенцию

СОЗ, включенные в 2009 г. (COP-4)			
Хлордекон	Хлордекон	A	
α -ГХЦГ	α -ГХЦГ	A	
β -ГХЦГ	β -ГХЦГ	A	
γ -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	A	
Гексабромдифенил	Гексабромдифенил	A	
Пентахлорбензол	Пентахлорбензол	A, C	
Полибромированные дифениловые эфиры ПБДЭ)	ПБДЭ 47, 99, 153, 154, 175/183 Дополнительно: ПБДЭ 17, 28, 100	A	
Перфтороктановая сульфоновая кислота (ПФОС), ее производные	Перфтороктановая сульфоновая кислота (ПФОС), ее соли и перфтороктановый сульфонилфторид (ПФОСФ)	B	
СОЗ, включенные в 2011 г. (COP-5)			
Эндосульфан	α , β -эндосульфан, сульфат эндосульфана	A	
СОЗ, включенные в 2013 г. (COP-6)			
Гексабромциклододекан	Три изомера: альфа-, бета-, гамма-	A	
СОЗ, включенные в 2015 г. (COP-7)			
Полихлорированные нафталины (ПХН)	Ди-, три-, тетра-, пента-, гекса-, гепта-, октахлор- нафталины (73 конгенера)	A, C	
Гексахлорбутадиен (ГХБД)	Гексахлорбутадиен	A, C	
Пентахлорфенол, его соли и сложные эфиры (ПХФ)	Пентахлорфенол,, пентахлорфенат натрия (моногидрат), лаурат пентахлорфенила , пентахлоранизол	A,C	

Список СОЗ, включенных в Стокгольмскую конвенцию

СОЗ, включенные в 2017 г. (COP-8)			
Короткоцепочные хлорированные парафины	Пять гомологических групп с линейными цепями C ₁₀ , C ₁₁ , C ₁₂ и C ₁₃ различной степени хлорирования (теоретически несколько тысяч изомеров)	A	Yellow
Декабромдифениловый эфир	Одно соединение (ПБДЭ-209)	A	Green
СОЗ, включенные в 2019 г. (COP-9)			
Дикофол	Два изомера	A	Green
Пентадекафтор-октановая кислота, ее соли и производные	Одно соединение с изомерами	A	Red
Перфторгексановая сульфокислота	Одно соединение с изомерами	A	Red
СОЗ, включенные в 2023 г. (COP-11)			
Метоксихлор	Одно соединение, три изомера	A	Red
Дехлоран плюс	Одно соединение, два изомера	A	Red
УФ-328	2-(2Н-Бензотриазол-2-ил)-4,6-бис(2-метилбутан-2-ил)фенол Одно соединение, два изомера	A	Red
A - ликвидация, B - ограничение, C - непреднамеренное производство			

Источники преднамеренно образующихся СОЗ

- * **Заводы и предприятия** действующие и прекратившие производство хлорорганических пестицидов, ПХБ, ПБДЭ;
- * **Места применения** СОЗ (с-х использование пестицидов, использование оборудования с ПХБ, заводы и предприятия, использующие в своем производстве антипирены типа ПБДЭ)
- * **Места хранения СОЗ** (склады пестицидов, выведенное из производства оборудование с ПХБ и шламонакопители, полигоны производственных отходов)
- * **Места утилизации** СОЗ (печи и другие конструкции сжигания отходов производства)

Источники непреднамеренно образующихся СОЗ

- * **Высокотемпературное сжигание отходов:** сжигание твердых бытовых отходов, опасных отходов, медицинских отходов, канализационного ила, отходов древесины и биомассы и сжигание останков животных.
- * **Производство черных и цветных металлов:** агломерация железной руды, производство кокса, литейное производство в черной металлургии, производства меди, алюминия, свинца, цинка, латуни, магния и прочих цветных металлов; измельчители; термическая регенерация металлов из проводов.
- * **Производство электроэнергии и тепловой энергии:** электростанции на ископаемом топливе, на биотопливе; сжигание газов из отходов органического происхождения и биогазов; отопление в быту (ископаемое топливо)
- * **Производство продукции из минерального сырья:** производства цемента, извести, кирпича, стекла, керамики, приготовление асфальтовых смесей.
- * **Транспорт:** четырехтактные и двухтактные двигатели, дизельные двигатели и двигатели на тяжелом топливе.
- * **Неконтролируемые процессы сжигания:** сжигание биомассы (незагрязненной), сжигание отходов и случайные пожары.
- * **Производство и применение химических веществ и потребительских товаров:** целлюлозно-бумажные заводы, химическая промышленность, нефтяная промышленность, текстильные и кожевенные предприятия.
- * **Удаление:** захоронение и свалки отходов



Международный аспект. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (2001 год)

Статья 1. Цель

Учитывая принцип принятия мер предосторожности, закрепленный в Принципе 15 Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию, цель настоящей Конвенции заключается в **охране здоровья человека и окружающей среды** от стойких органических загрязнителей

Статья 16. Оценка эффективности Стокгольмской конвенции о СОЗ

Мониторинг СОЗ в окружающей среде - независимый инструмент оценки эффективности Стокгольмской конвенции о СОЗ. Для оценки эффективности необходимы сопоставимые и согласованные данные мониторинга о содержании СОЗ в окружающей среде и в организме человека

План глобального мониторинга

- инструмент оценки эффективности Стокгольмской конвенции

Международные и национальные программы мониторинга

- источники информации

Доклады о региональном мониторинге

- результаты оценки эффективности Стокгольмской конвенции (в том числе рекомендации)

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ СТОКГОЛЬМСКОЙ КОНВЕНЦИЕЙ О СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯХ

Утв. Приказом Минприроды РФ от 19.12.2023 г. №890

Раздел II: Мероприятия, планируемые к выполнению в долгосрочный период (расходы на реализацию которых могут прогнозироваться в 2023-2030 гг.)				
Цель № 3: Мониторинг содержания стойких органических загрязнителей в окружающей среде, мониторинг состояния здоровья населения в связи с воздействием стойких органических загрязнителей				
№ п/п	Основные мероприятия по реализации Цели № 3	Срок	Ответственные исполнители	Источник финансирования
3.1.	Организация мониторинга стойких органических загрязнителей в рамках государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды	2023 - 2030 гг.	Росгидромет	*) при наличии финансирования

План глобального мониторинга (*Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants*)

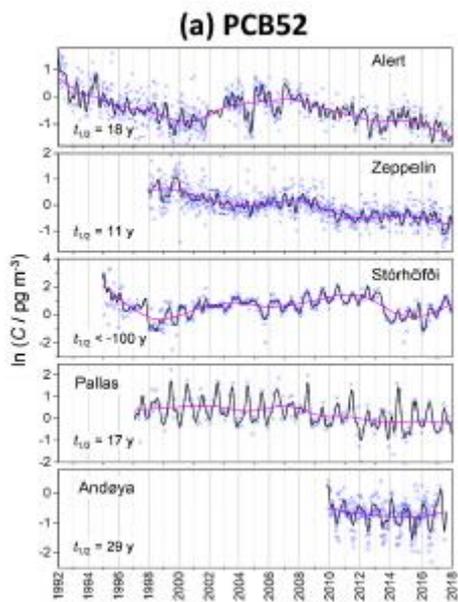
* Цель Плана глобального мониторинга СОЗ :

Обеспечение гармонизированной организационной основы для сбора сопоставимых данных мониторинга по присутствию СОЗ, указанных в Приложениях А, В и С Конвенции для того, чтобы идентифицировать тенденции в концентрациях СОЗ с течением времени, а также обеспечить информацию по их региональному и глобальному переносу в окружающей среде.

Ключевые объекты мониторинга	Показатели
Атмосферный воздух	Все СОЗ
Вода природная	Изомеры ГХЦГ, ПФОС, ПФОСА
Грудное молоко	Все СОЗ
Кровь	Все СОЗ

Источник информации: United Nations. Guidance on the global monitoring plan for persistent organic pollutants. UNEP-POPS-COP.9-INF-31. Geneva, January 2019

Требования к программам мониторинга с целью оценки трендов изменения концентраций CO₂ - рекомендации Плана глобального мониторинга CO₂



- Длительность серий наблюдений: 10-15 лет, имея ввиду нахождение статистически значимых изменений трендов на уровне 5% в год
- Для оценки внутригодовой изменчивости основных статистических характеристик трендов необходимы наблюдения за период не менее 4-5 лет

Science of the Total Environment 775 (2021)





Государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Цели и задачи.

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды - долгосрочные наблюдения за состоянием окружающей среды, ее загрязнением и происходящими в ней природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния окружающей среды, ее загрязнения (ФЗ-113 «О гидрометеорологической службе»).

Цель организации и проведения мониторинга - обеспечение охраны окружающей среды.

Задачи системы мониторинга:

- регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды, ее загрязнением, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, изменениями состояния окружающей среды;
- хранение, обработка (обобщение, систематизация) информации о состоянии и загрязнении окружающей среды;
- анализ полученной информации в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и (или) антропогенных факторов, оценка и прогноз этих изменений;
- обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан информацией о состоянии окружающей среды.

Цели и задачи национального законодательства Российской Федерации в сфере мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды соответствуют международным подходам.

Требования к техническому оснащению лабораторий по анализу СОЗ

Уровень лаборатории	Оснащение	Необходимая инфраструктура	Определяемые группы СОЗ
Федеральный	Оборудование для экстракции и очистки проб Хромато-масс-спектрометр высокого разрешения, времяпролетный или магнитный с двойной фокусировкой	Гелий в баллонах, кондиционированные помещения, электроснабжение, высококвалифицированный персонал	ПХДД/ПХДФ, токсафены, все ПХБ, все ХОП
Региональный	Оборудование для экстракции и очистки проб Хромато-масс-спектрометр низкого разрешения, с возможностью химической ионизации с детектрованием отрицательных ионов	Гелий в баллонах, кондиционированные помещения, электроснабжение, высококвалифицированный персонал	Большинство ПХБ, все ХОП токсафены (при использовании отрицательной химической ионизации)
Территориальный	Базовое оборудование для экстракции и очистки проб, газовый хроматограф с капиллярной колонкой и электронно-захватным детектором и детектором ПИД	Азот в баллонах, кондиционированные помещения, электроснабжение, квалифицированный персонал	Большинство ПХБ, все ХОП, исключая токсафены, ПБДЭ и новые виды СОЗ

Мониторинг СОЗ на Байкале

Особую опасность для экосистемы Байкала представляют **стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ)**, включенные в список Стокгольмской конвенции о СОЗ, распространение которых в биосфере имеет глобальный характер.

Многие из СОЗ в настоящее время не входят в стандартную программу мониторинга на БПТ, информация об их концентрациях в окружающей среде не носит системный характер, в том числе и потому, что применяются недостаточно чувствительные методы мониторинга. Кроме этого, отсутствует выстроенная методология выполнения таких работ.





Государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на Байкальской природной территории

В рамках выполнения своих функций Росгидромет в соответствии с Постановлениями Правительства РФ № 681 от 9 августа 2013 г. и № 85 от 02 февраля 2015 г. участвует в государственном экологическом мониторинге уникальной экологической системы озера Байкал в части **мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды**

Росгидромет осуществляет свою деятельность на Байкальской природной территории через свои территориальные органы Иркутское УГМС и Забайкальское УГМС.

Основание для выполнения данной работы:

государственное задание ФГБУ НПО «Тайфун» на 2021-2024 годы

Сроки выполнения работы -

2021-2024 годы

Источник финансирования - средства Федерального проекта «Сохранение озера Байкал» национального проекта «Экология»

Установка и запуск в эксплуатацию станций мониторинга CO₂ в атмосферном воздухе

Активный пробоотбор - установка воздухофильтрующая МР-48-01

В состав входят:

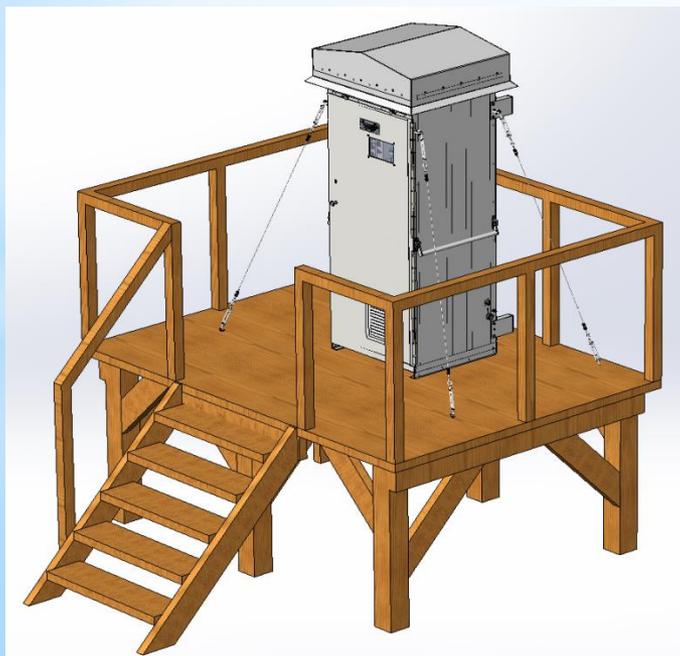
вихревой компрессор ERSTEVAK EVL 50/11

расходомер вихревой Ирга-РВ-50-400/10-F1100-У1

Места установки (на территории метеостанций):

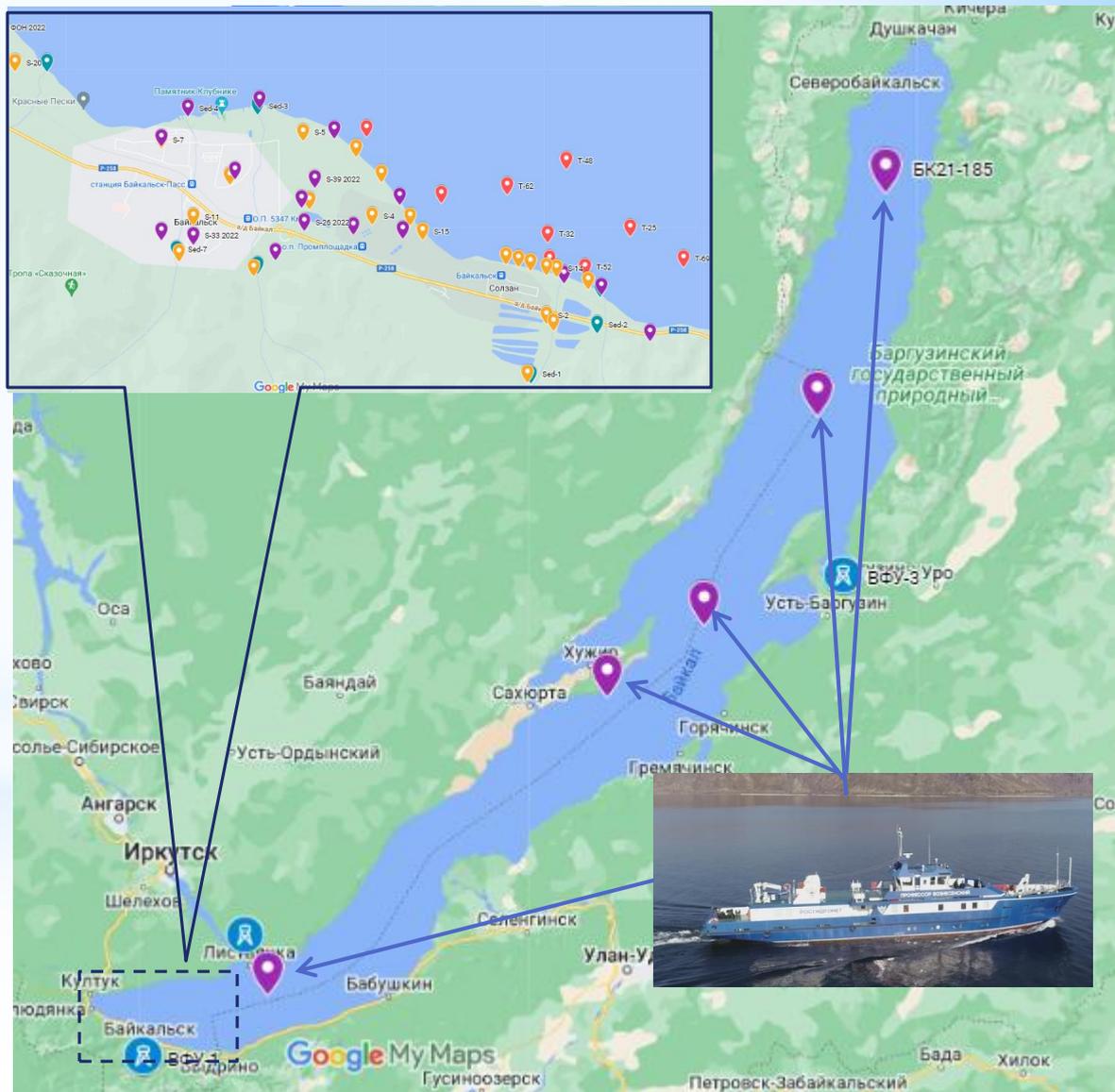
- Байкальск (ноябрь 2021 г.)
- Листвянка (ноябрь 2022 г.)
- Усть-Баргузин (ноябрь 2022 г.)

Пассивный пробоотбор - два пробоотборника на территории метеостанции Байкальск



Экспедиция по отбору проб поверхностной и глубинной воды оз. Байкал

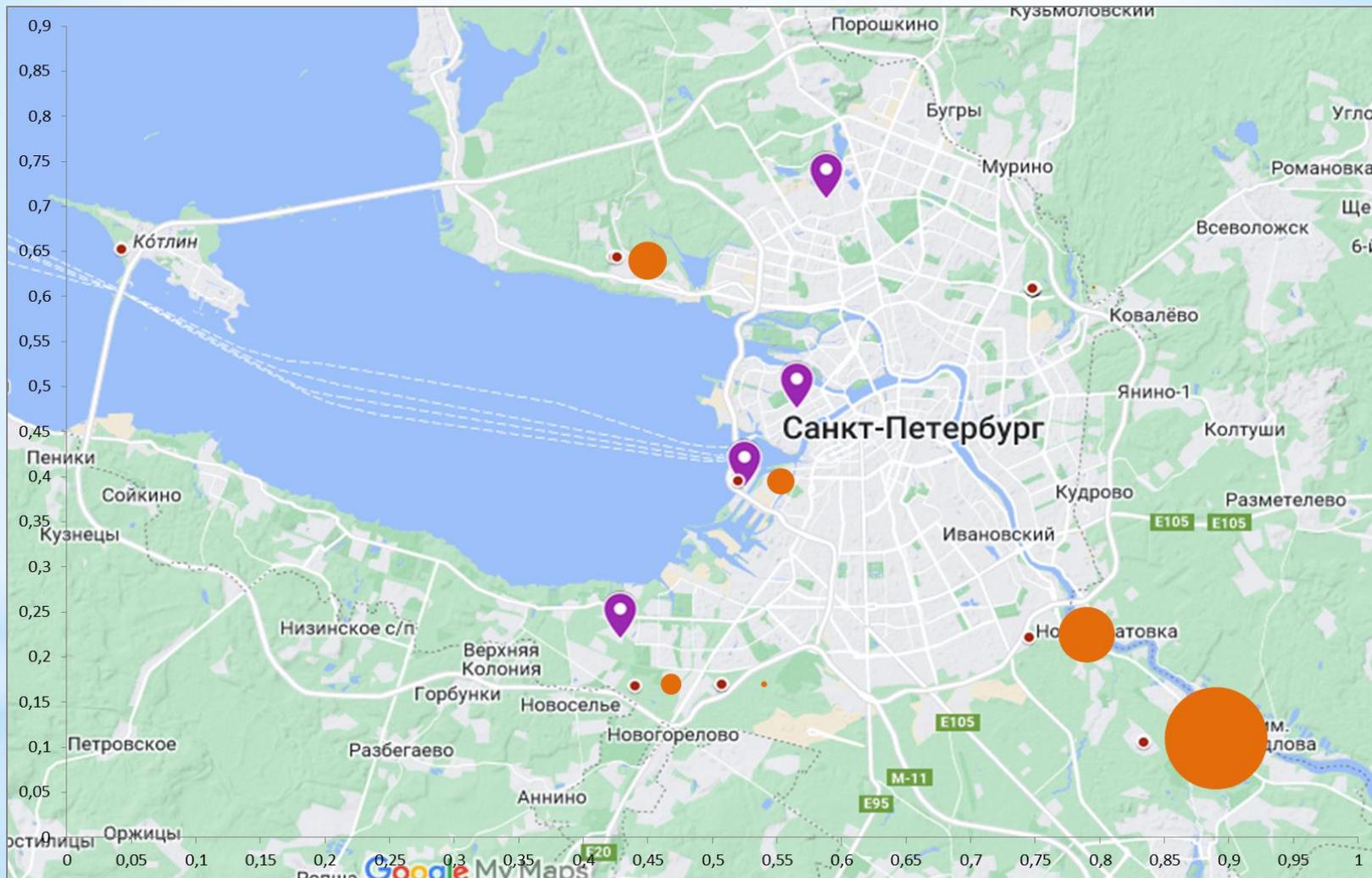
Пробы воды озера Байкал были отбираются специалистами ФГБУ «НПО «Тайфун» совместно с Иркутским УГМС рамках экспедиции на борту НИС «Профессор Вознесенский». В качестве мест отбора проб были выбраны пять реперных точек, расположенные в разных районах акватории озера. В каждой точке отбирались пробы воды на глубинах 0,5 25, 50, 100, 200, ~1000 м (придонная вода, расстояние до дна ~100 м). Всего отобрано 30 проб воды



Программа мониторинга СОЗ в атмосферном воздухе

- ✓ Отбор проб: синхронно на 3-х станциях
- **ФГБУ Иркутское УГМС - 2 (МС Листвянка, МС Байкальск)**
- **Бурятский ЦГМС – филиал ФГБУ «Забайкальское УГМС» - 1 (МС Усть-Баргузин)**
- ✓ Периодичность отбора:
- **20 проб в год (равномерно по сезонам), продолжительность одного отбора - 7 суток (непрерывно),**
- **Объем одной отобранной пробы - не менее 5000 м3**
- ✓ Транспортировка проб - ежемесячно
- ✓ Анализ проб: лаборатория ФГБУ «НПО «Тайфун», перечень показателей:
- **Полихлорированные бифенилы , в том числе токсичные диоксиноподобные (планарные) ПХБ – 59 конгенов**
- **Хлороорганические пестициды – 22 соединения**
- **Токсафены – 3 изомера**
- **Бромированные дифениловые эфиры (антипирены) – 7 изомеров**
- **ПАУ – 20 соединений**

Пункты наблюдений за содержанием CO₂ в атмосферном воздухе



Современные вызовы

Современные вызовы и влияние санкций на развитие работ по мониторингу СОЗ:

- зависимость от импортного оборудования, материалов, запасных частей и стандартных образцов (высокая стоимость и трудности приобретения);
- сложность участия в международных программах проверки квалификации по СОЗ.

В среднесрочной перспективе (3-5 лет) маловероятно ожидать появления на рынке отечественного хромато-масс-спектрометрического оборудования, стандартных образцов (в том числе изотопно-меченых) которое будет конкурировать по техническим характеристикам с импортными.

ВЫВОДЫ

- * Оптимальным направлением реализации обязательств Российской Федерации по выполнению Стокгольмской конвенции в части мониторинга СОЗ в окружающей среде считаем развитие государственной наблюдательной сети Росгидромета путем поэтапного расширения существующих программ наблюдений
- * Для финансирования такого рода работ необходимо привлечение средств крупных государственных программ, таких как национального проект «Экология», программа обеспечения химической и биологической безопасности РФ,
- * Важным пилотным проектом, позволяющим отработать технологию мониторинга СОЗ в региональном масштабе являются работы Росгидромета по мониторингу СОЗ на Байкальской природной территории. Необходимо сохранить финансирование этих работ на период (2025-2030 годы), с тем чтобы получить десятилетний цикл наблюдений. Технология мониторинга СОЗ должна быть тиражирована и распространена на другие регионы.