

Результаты работы молодежной лаборатории 556 ИКИ РАН за 2023 год

Докладчик:

Пашинов Е. В. –к.ф.-м.н., н.с.,
зав. молодежной лаборатории
ИКИ РАН

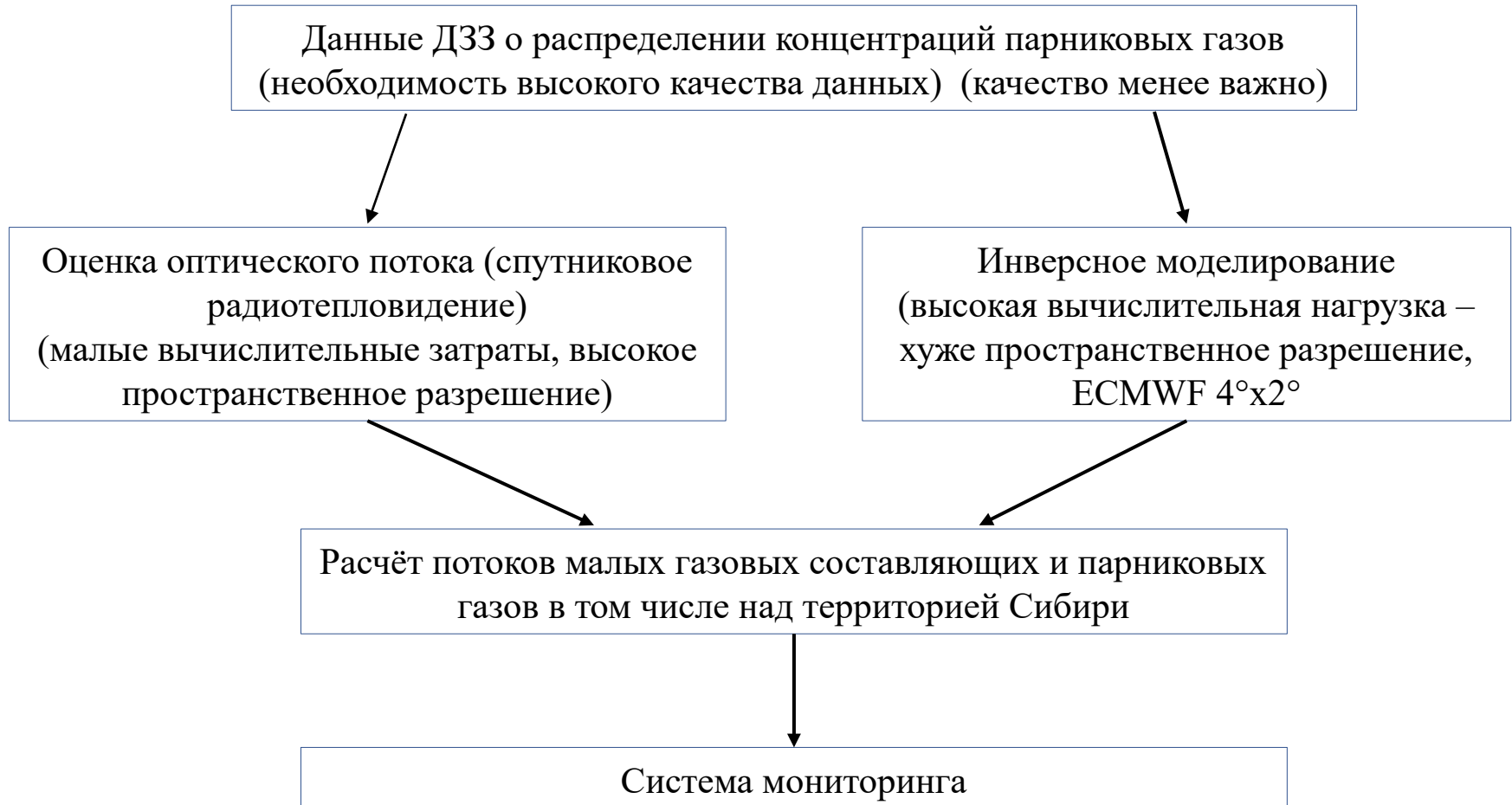
Молодёжная лаборатория ИКИ РАН

- Открыта в 2022 году в рамках национального проекта «Наука и университеты» по направлению - климатические исследования
- Научная тема лаборатории: **«Дистанционный мониторинг распределения концентраций и потоков малых газовых составляющих» («Эмиссия»)**
- Состав лаборатории – 23 человека из трёх отделов ИКИ РАН: 12 чел. из отдела 55, 7 чел. из отдела 56 и 4 чел. из отдела 53
- Ожидаемые результаты работы лаборатории за период с 2022 по 2024 год:
«Оценка пространственного распределения концентраций и потоков парниковых газов на территории Сибири с учетом мезомасштабных неоднородностей»

Ожидаемые результаты работы лаборатории за период с 2022 по 2024 год

- Будет разработана методика построения полей малых газовых составляющих атмосферы на основе данных ДЗЗ, позволяющая восстанавливать их детализированную пространственно-временную динамику.
- Будет разработана методика усвоения соответствующих данных ДЗЗ и продуктов их обработки в численных моделях атмосферной циркуляции для расчетов концентраций и потоков парниковых газов, в частности, над территорией Сибири.
- Будет создан действующий прототип системы дистанционного мониторинга концентраций и потоков парниковых газов над территорией России и пограничных стран по актуальным данным ДЗЗ с использованием численных моделей атмосферной циркуляции.
- Будет сформирована и наполнена долговременными рядами оценок концентраций и потоков парниковых газов над территорией Сибири специализированная БД. В качестве инфраструктурной основы и источника архивной информации будут использованы возможности ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

Задачи работы



Разбиение задач по направлениям

Направление:	Задачи:
«Измерения»	Подготовка входных данных ДЗЗ для расчёта динамики парниковых газов и разработка новых приборов и методов измерения их концентраций
«Динамика»	Разработка и применение методики расчёта горизонтального переноса парниковых газов на основе спутниковых измерений для расчёта элементов их баланса
«Усвоение»	Заполнение пропусков данных ДЗЗ с использованием циркуляционных моделей атмосферы и инверсное моделирование потоков парниковых газов
«Система»	(На базе ЦКП «ИКИ –Мониторинг»)
«Сервис»	(На базе ЦКП «ИКИ –Мониторинг»)

Предлагаемая методика балансовых расчётов

(Под «балансом парниковых газов» в работе понимается разность между суммарным выбросом газа в пределах данной территории и его суммарным стоком на той же территории)

Предлагается подход к расчету баланса ПГ, основанный на вычислительной схеме, замкнутой относительно данных спутниковых измерений концентраций ПГ

Приближения:

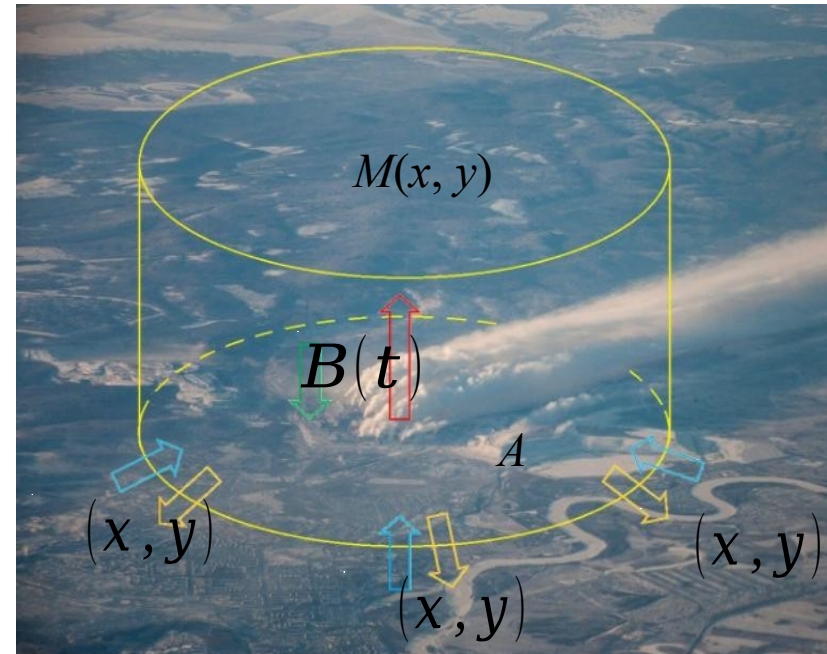
- Влияние химических реакций с участием рассматриваемого ПГ на его концентрацию в атмосфере пренебрежимо мало на выбранном интервале наблюдений.
- В этом случае из закона сохранения вещества следует, что изменение содержания ПГ в замкнутом объеме атмосферы возможно только за счет его притока (оттока) через граничную поверхность этого объема



Предлагаемая методика балансовых расчётов

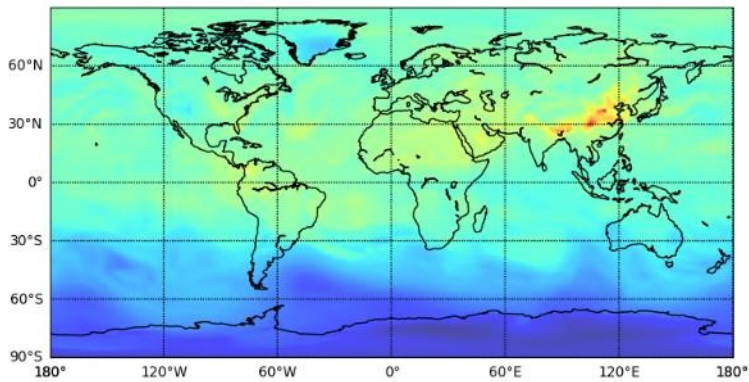
$$M(x, y) = \int_0^{+\infty} \rho(x, y, z) \, dz = M(x, y) \cdot v^*(x, y)$$

где t_{min} и t_{max} – начало и конец интервала наблюдений; $B(t)$ – «мгновенный» баланс ПГ для заданной территории A ; $M(x, y)$ – массовое содержание ПГ в вертикальном атмосферном столбе в $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$; F – интегральный по высоте атмосферы горизонтальный поток ПГ в $\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. v^* – эффективная (взвешенная по высоте атмосферы) скорость горизонтального переноса ПГ в $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$



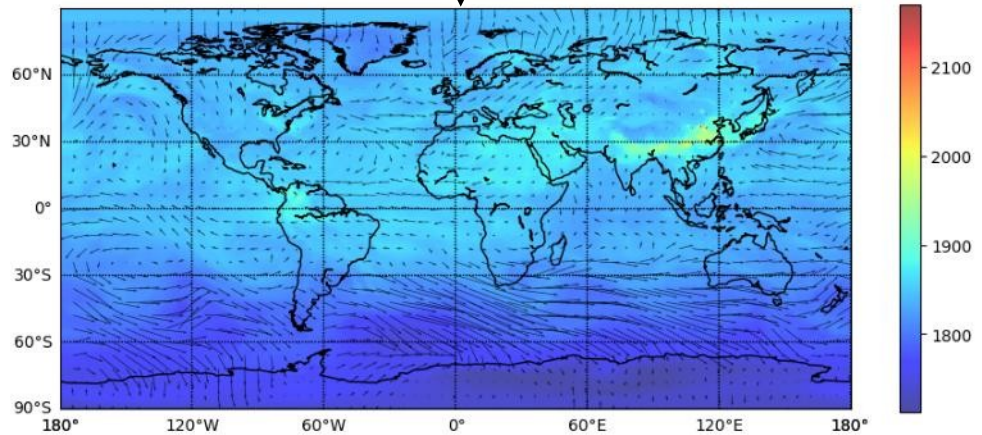
Восстановление адвекции ПГ

Использование методов технического зрения



Глобальные поля концентраций парниковых газов на регулярной сетке и с регулярной периодичностью

→ Алгоритм оценки оптического потока



Используемый алгоритм оценки оптического потока - **DIS** (Dense Inverse Search).

-Между двумя соседними по времени спутниковыми изображениями строится поле векторов смещения пикселей, которое наилучшим образом объясняет изменение между изображениями

Выбор данных ДЗЗ для проверки методики

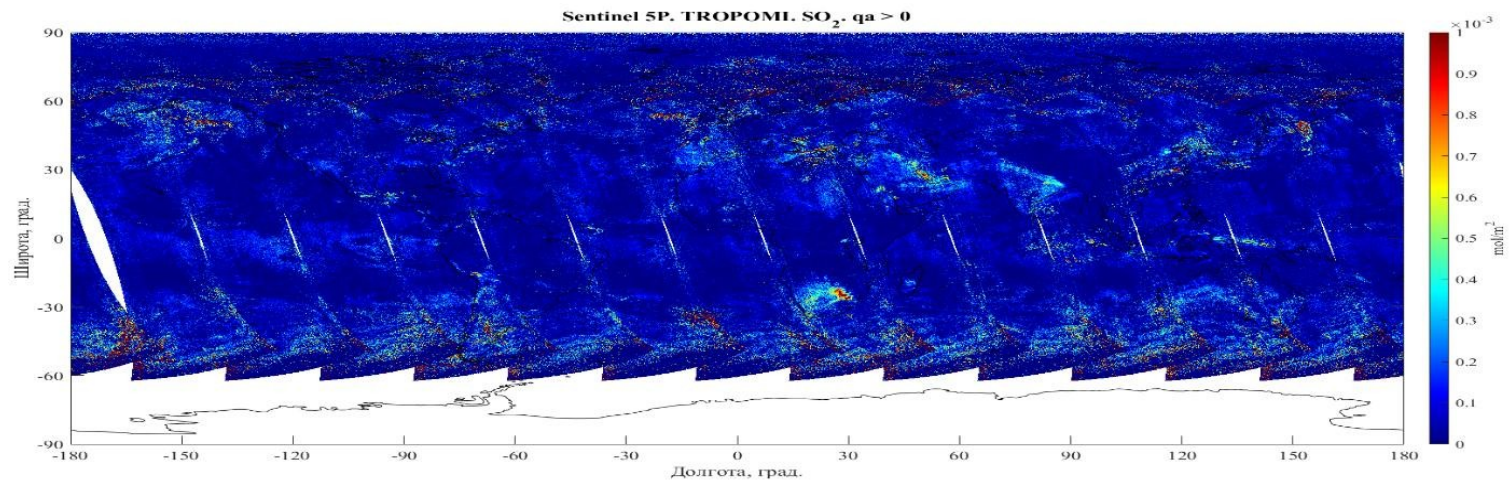
Основные требования к данным:

- Интересующие газы CO₂, CH₄, N₂O, SO₂.
- Максимальная площадь покрытия в пределах одного изображения.
- Минимальное время между изображениями.

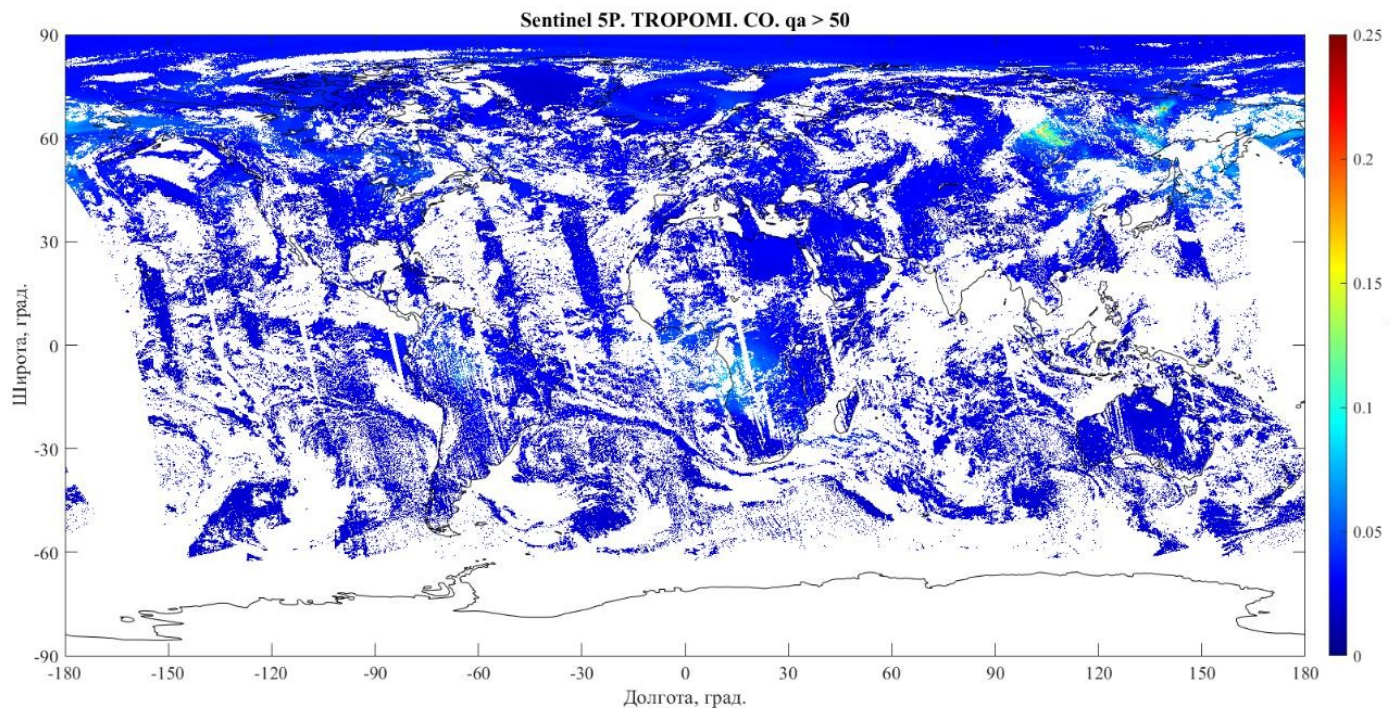
Подходящие спутниковые инструменты:

Газ/Прибор	ACE-FTS	OCO-2	TANSO-FTS	MOPITT	TROPOMI	MLS	OMPS
CO ₂	0.0285%	0.47%	0.105%	-	-	-	-
CH ₄	0.0285%	-	+ *	+ *	0.6% (qa > 50) 7.14% (qa > 0)	-	-
SO ₂	-	-	-	-	67.54% (qa > 50) 82.5% (qa > 0)	0.334%	17.07%
N ₂ O	0.0285%	-	-	-	-	0.334%	-
CO					35.35% (qa > 50) 49.4% (qa > 0)		

Выбор данных ДЗЗ для проверки методики



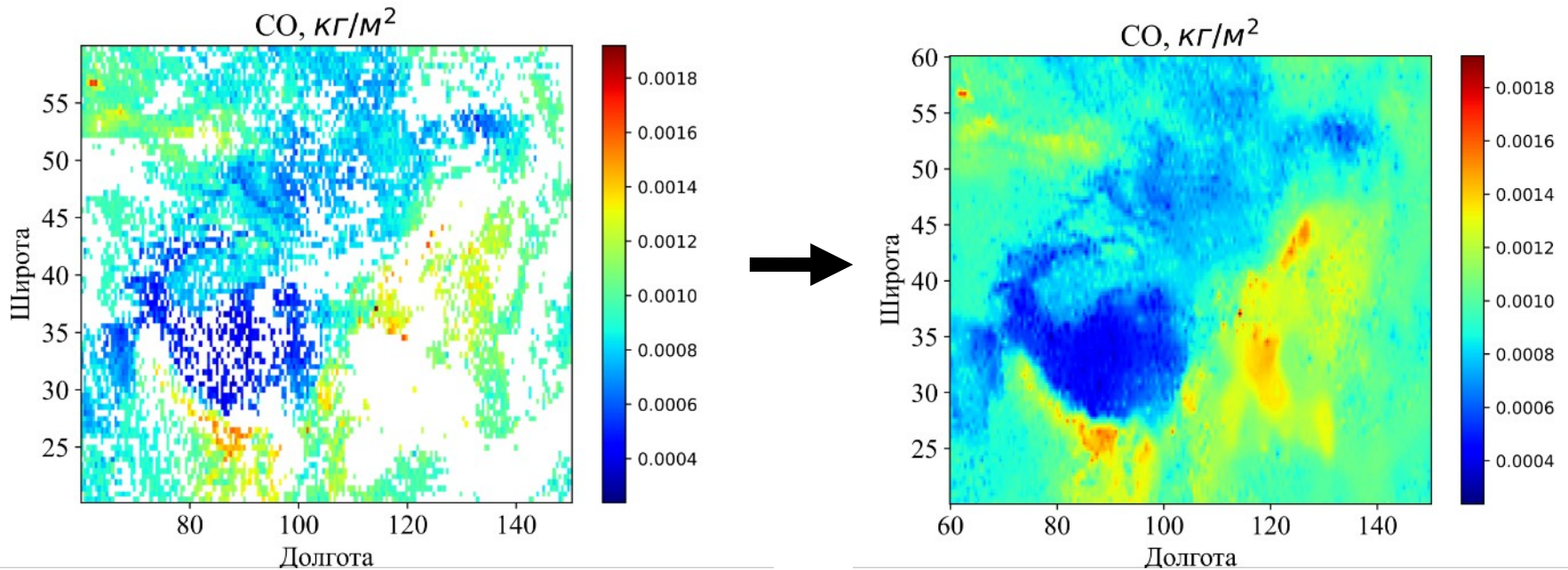
Данные о CO с инструмента TROPOMI в ЦКП «ИКИ Мониторинг»



Заполнение пропусков данных

Алгоритмы контекстного заполнения

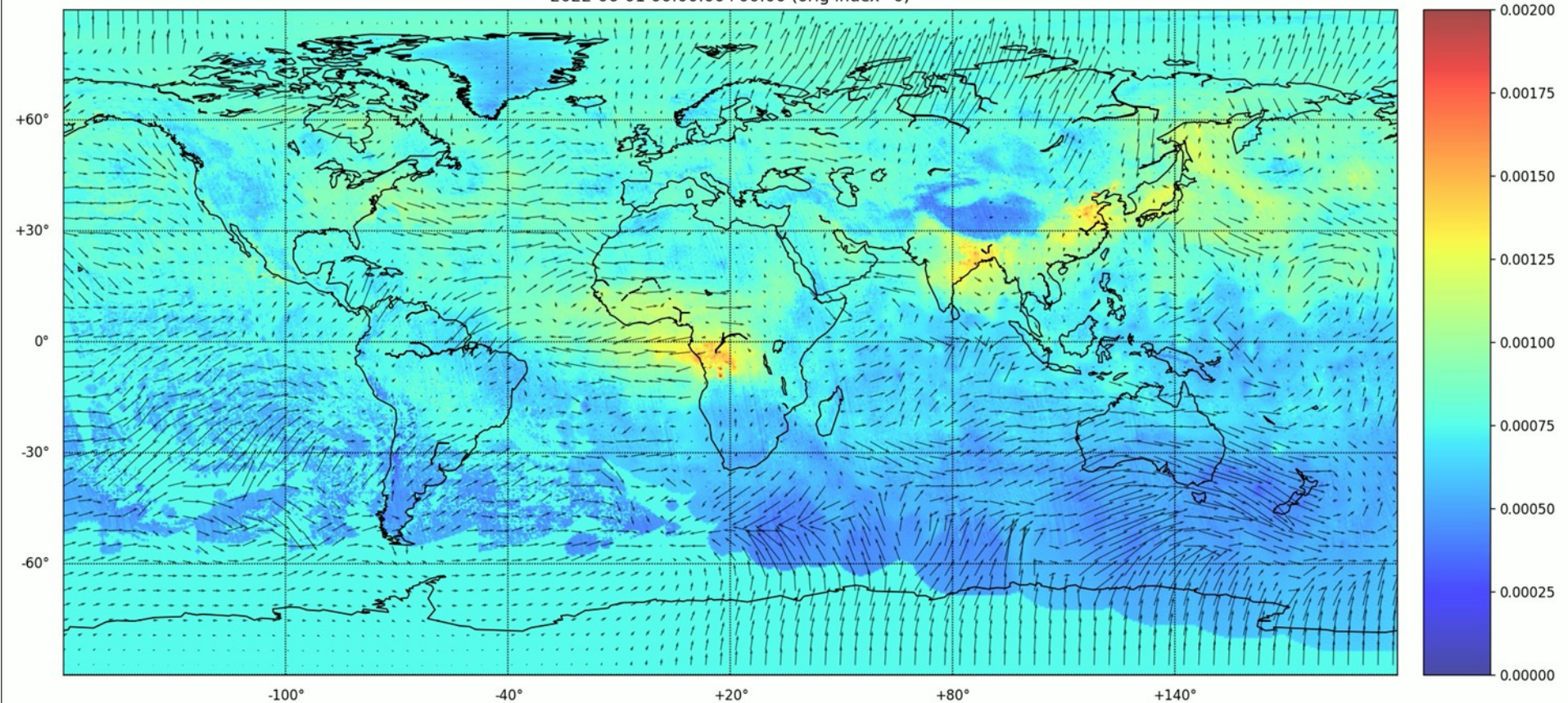
Fast marching method



Снижение разрешения с $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ до $0,25^\circ \times 0,25^\circ$

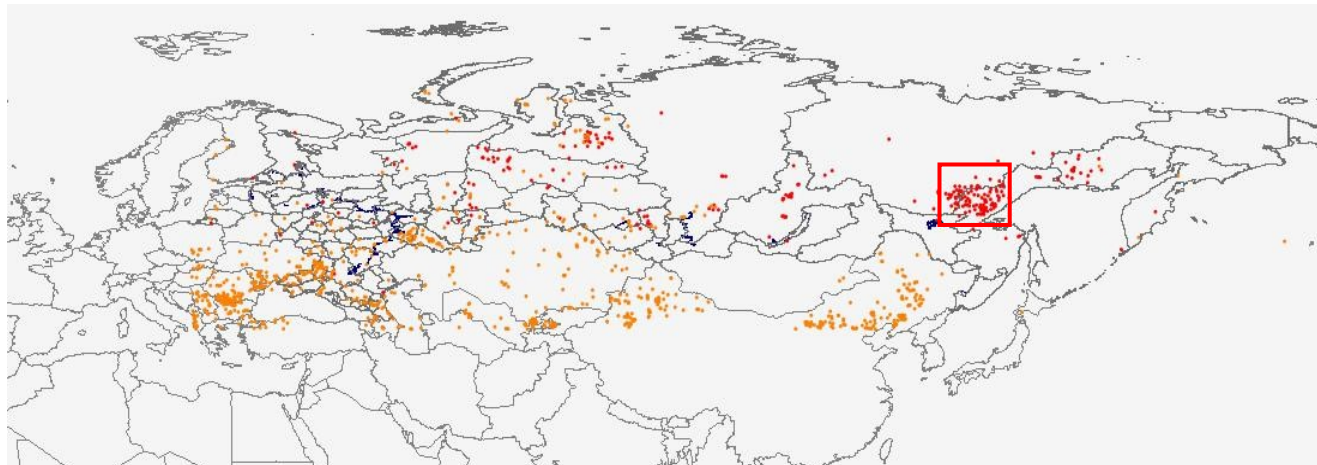
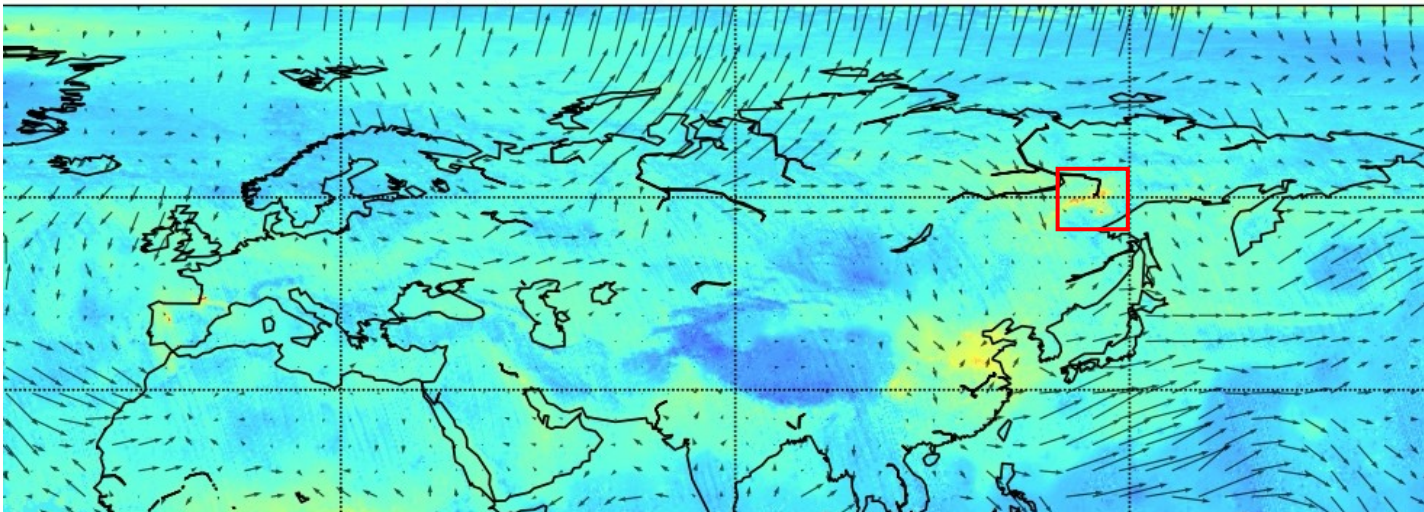
Расчёт адвекции CO по данным Tropomi за лето 2022 года

2022-06-01 00:00:00+00:00 (orig index=0)



Восстановление баланса CO (выброса) в области сильных лесных пожаров

2022-07-15 00:00:00+00:00 (orig index=44)

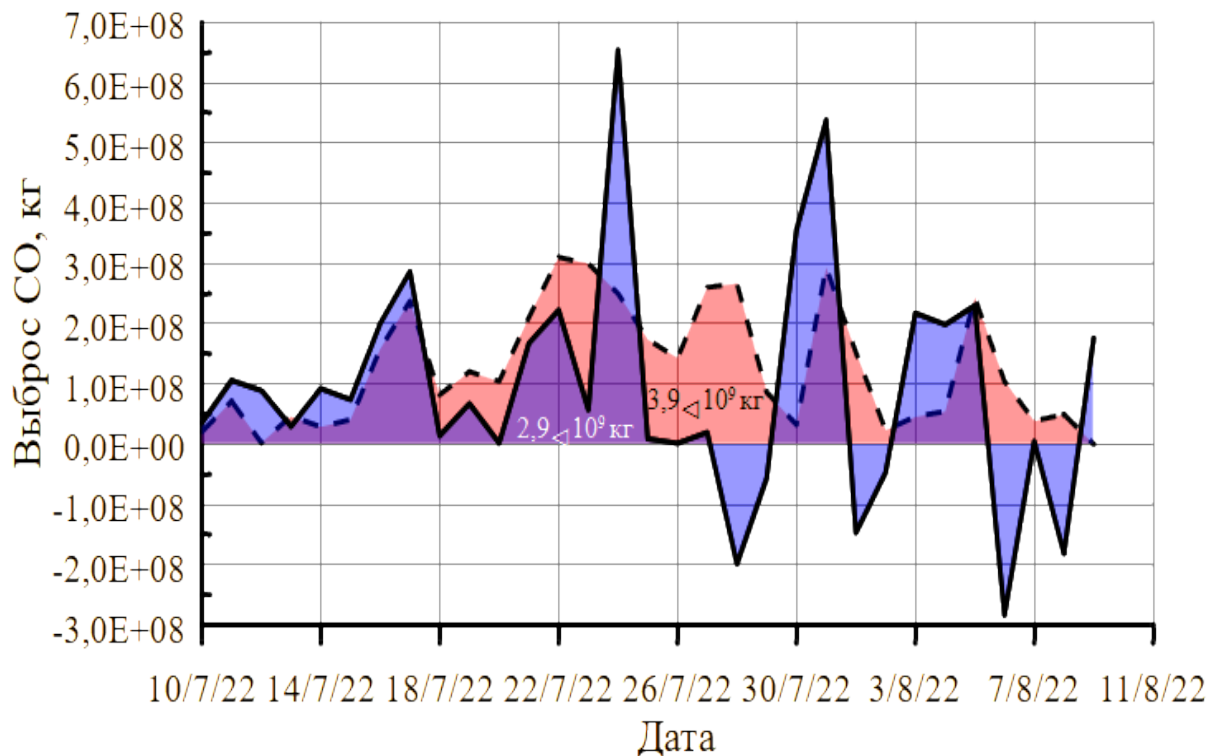


Скопление очагов лесных пожаров в июле-августе 2022 года проходящие на севере Хабаровского края и юго-востоке республики Саха

Сравнение восстановленных выбросов CO для лесных пожаров с модельными данными GFED

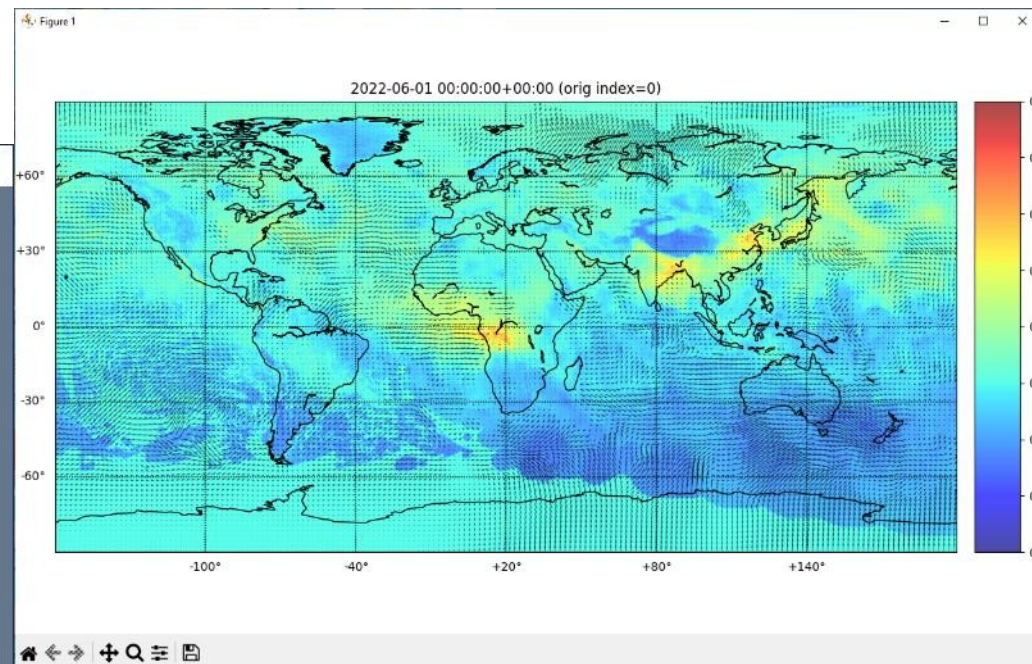
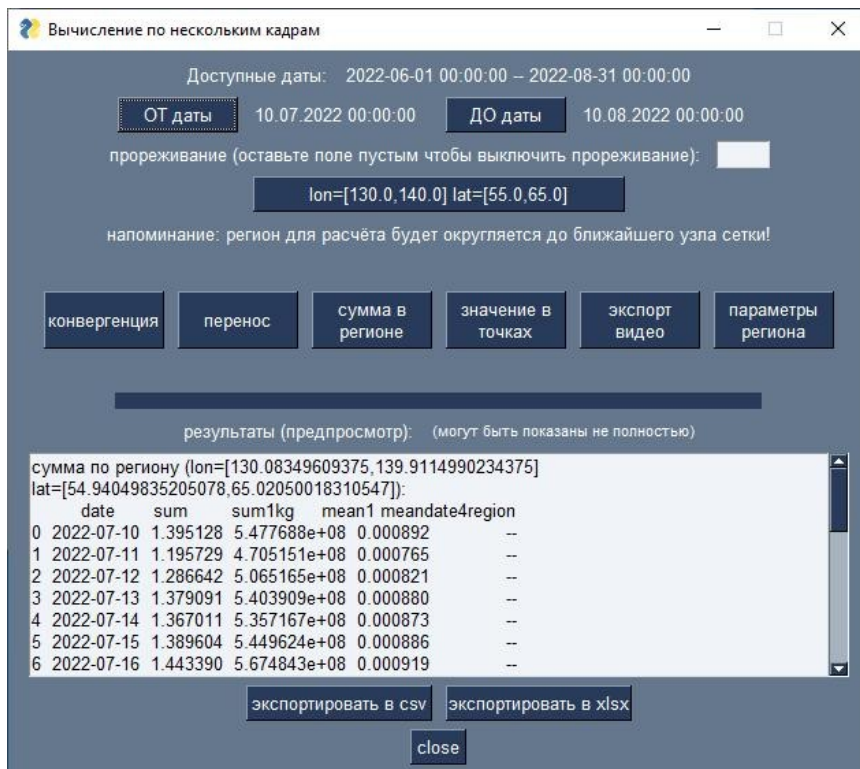
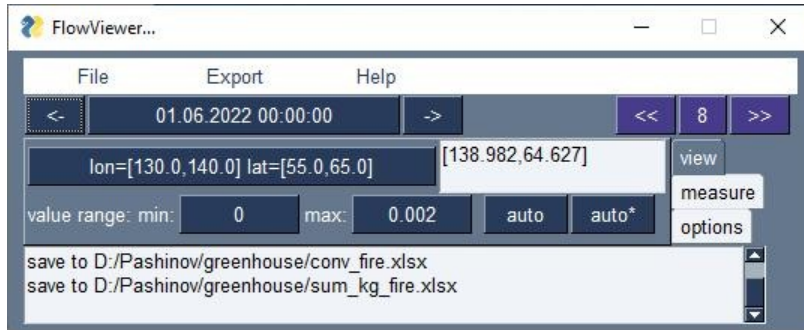
Период времени: 10.07.2022 – 10.08.2022 г

Область: 55°-65° СШ, 130°-140° ВД

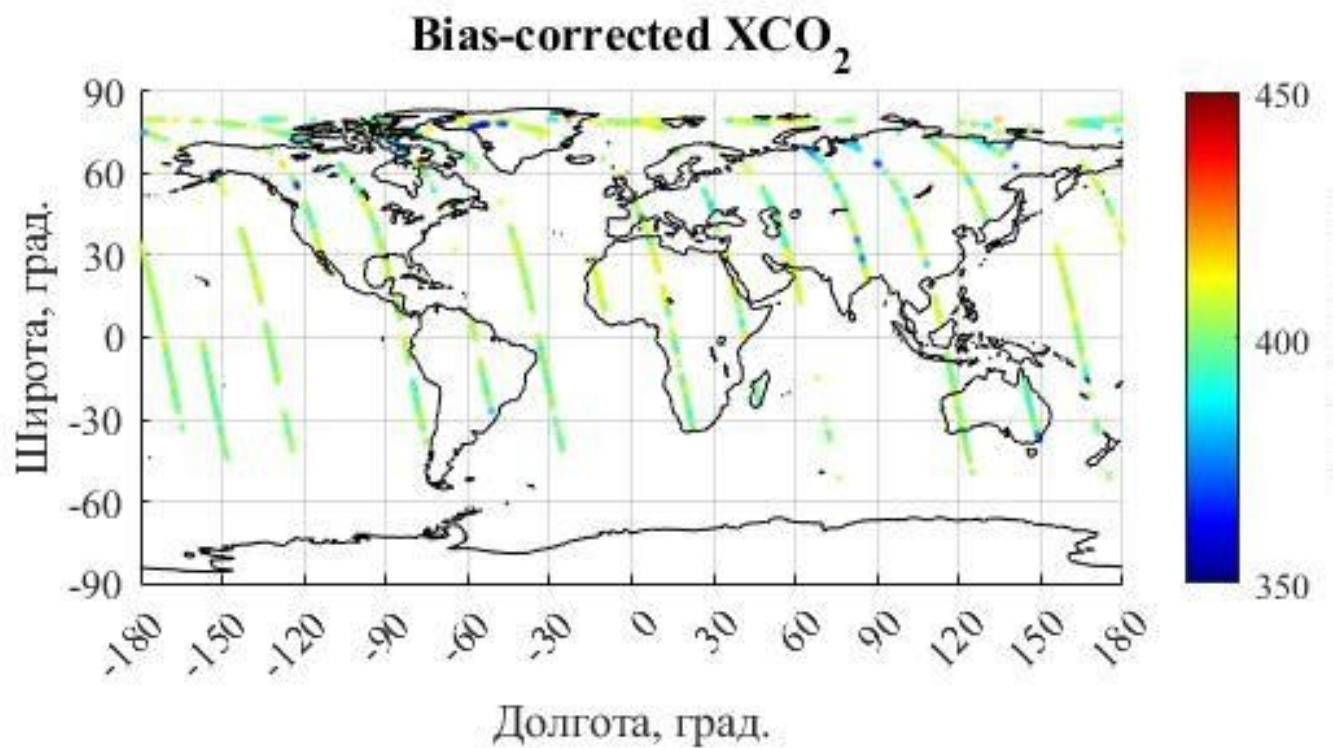


Красный – GFED, синий – предлагаемая методика (недооценка баланса (выброса) CO за весь период пожаров на 25%)

Программа «View Flow» – просмотрщик потоков парниковых газов

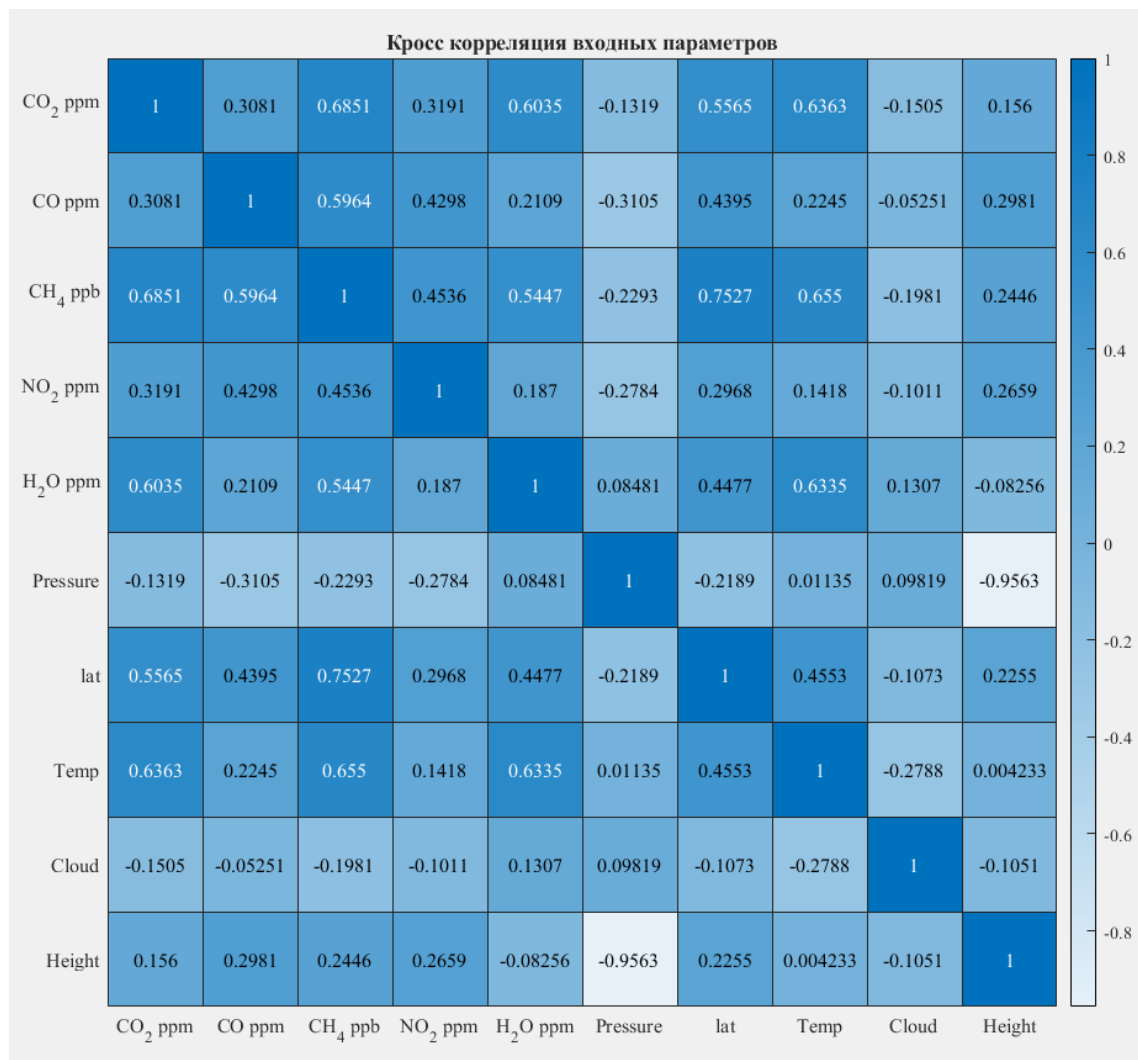


Возможность восстановления CO₂ по другим газам



Возможность восстановления CO₂ по другим газам

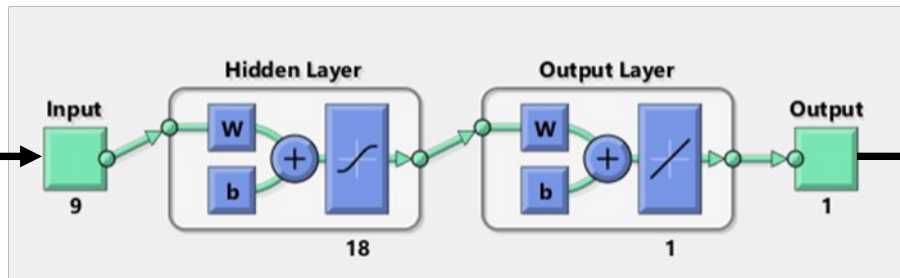
Кросс корреляция различных газов по реанализу



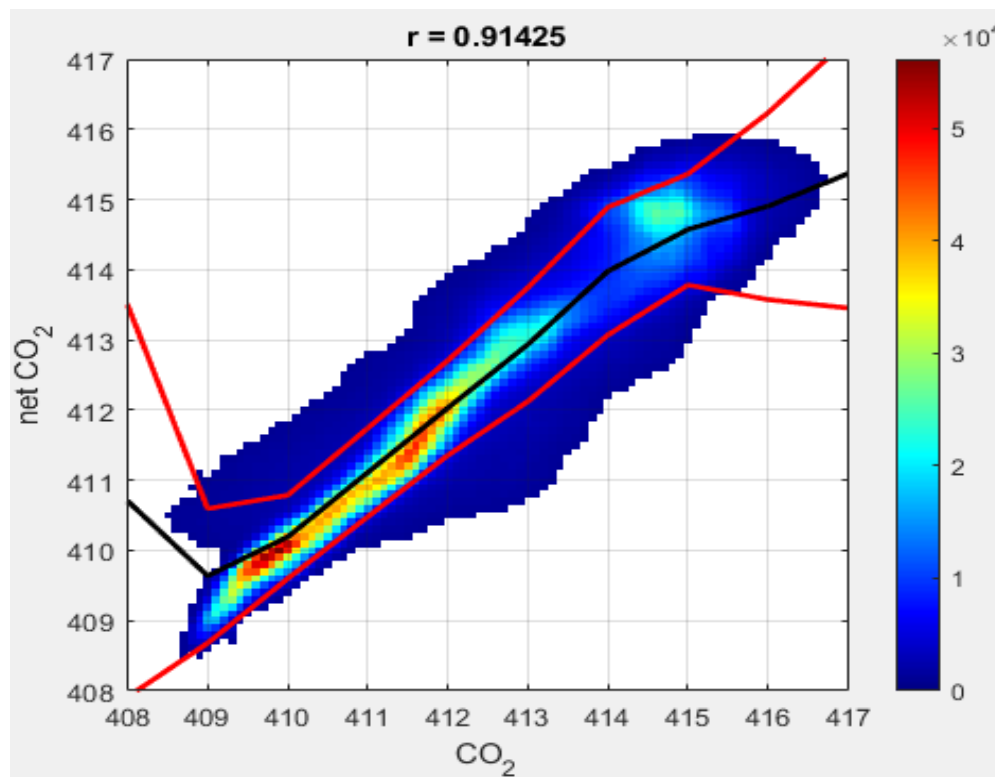
Возможность восстановления CO₂ по другим газам

CO, ppm
CH ₄ , ppb
NO ₂ , ppm
H ₂ O, ppm
Cloud fract.
Pres
Temp
Lat
Height

Нейросеть:



CO₂, ppm



Ожидаемые показатели за 2023 год

2023 год				
№ п/п	Наименование показателя (в зависимости от характера научных исследований (фундаментальные, поисковые, прикладные))	Единицы измерения	Значение	Выполнение (55 отд.)
1	Публикации в научных журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования (WoS или Scopus)	единиц	4,000	2 поданы
1.1	Публикации в научных журналах первого и второго квартилей, (квартиль журнала определяется по квартилю наивысшей из имеющихся тематик журнала по данным на момент представления таблицы)	единиц	1,000	1 подана
2	Рецензируемые доклады в основной программе конференций по тематической области, опубликованные в сборниках конференций или зарубежных журналах	единиц		
3	Прочие публикации в научных журналах, входящих в ядро РИНЦ	единиц	3,000	
4	Прочие публикации (препринты и другие) в общепризнанных международных репозиториях по отраслям науки	единиц		
5	Доклады на ведущих международных научных (научно-практических) конференциях в Российской Федерации и за рубежом	единиц	2,000	3
6	Рецензируемые монографии	единиц		
7	Главы в рецензируемых монографиях	единиц		
8	Аналитические материалы в интересах (по заказам) органов государственной власти	единиц		
9	Число поданных заявок на получение патента или регистрацию результата интеллектуальной деятельности (далее — РИД)	единиц	1,000	1
10	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в численности основных исполнителей темы	%	0,610	
11	Защищённые диссертации по теме исследования			
11.1	кандидатские	единиц		
11.2	докторские	единиц		
12	Количество планируемых к разработке медицинских технологий в рамках научной темы	единиц		

Спасибо за внимание!