



Пилотный эксперимент по оценке интегральных антропогенных выбросов CO_2 и CH_4 в городских агломерациях на примере Санкт-Петербурга в рамках ВИПГЗ

Ивахов В. М.¹✉, Парамонова Н.Н.¹, Привалов В.И.¹,
Зинченко А.В.¹, Анищенко Т. С.¹, Макарова М.В.²

¹ Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Росгидромет

² Санкт-Петербургский государственный университет

✉ viktor.ivakhov@voeikovmgo.ru



ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА

- Разработка научно-методических основ для создания системы мониторинга климатически активных газов (CO_2 и CH_4 - КАГ) в российских городах для оценки интегральной эмиссии (в том числе оценка трендов и аномальных ситуаций).
- Подготовка базиса для создания информационных продуктов СИГОКО (система интегрированного городского климатического обслуживания), способствующих разработке и принятию мер, направленных на снижение выбросов КАГ в городах Российской Федерации.



АКТУАЛЬНОСТЬ

1. На урбанизированные территории приходится около 75% выбросов CO_2 в результате глобального энергопотребления.
2. Города обладают существенным потенциалом по снижению национальных выбросов парниковых газов (ПГ).
3. Возрастает количество международных проектов, направленных на развитие комплексных систем мониторинга ПГ в городах.
4. Мониторинг КАГ в городах – неотъемлемая составляющая единой национальной системы мониторинга климатически активных веществ.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ



Во многих странах ведется активная работа по созданию городских систем мониторинга парниковых газов («Urban test beds», PAUL, и др.).

Глобальная служба наблюдений за парниковыми газами ВМО (на базе ГСА и ИГИСПГ).

Мониторинг КАГ и ЗВ (загрязняющие вещества) в городах - объединяется с целью получения синергетического эффекта.

Ведется разработка международного стандарта ISO/AWI 14070, который посвящен измерениям эмиссии парниковых газов в городах (Часть 1: Измерения концентрации парниковых газов в атмосфере города с помощью наземных наблюдательных сетей).



Основной тезис: для получения оценки городской эмиссии КАГ необходимо использовать комплексный подход на основе методов «снизу-вверх» (инвентаризация + процессно-ориентированное моделирование) и «сверху-вниз» (наблюдения + обратное моделирование).

Данный тезис нашел отражение в национальной стратегии в области парниковых газов.

NOVEMBER 29, 2021
National Strategy to Advance an
Integrated U.S. Greenhouse Gas
Measurement, Monitoring, and
Information System



ОПЫТ УЧАСТНИКОВ

Главная геофизическая обсерватория (Росгидромет):

- проводит наблюдения за атмосферной концентрацией парниковых газов с 1980-х годов;
- Наблюдения выполняются на высоком международном уровне (ГСА ВМО);
- Качество измерений подтверждено результатами международных сравнений ВМО;
- Исследования по оценке эмиссии CH_4 в Санкт-Петербурге проводятся с 1990-х годов;
- Результаты исследований представлены в российских и зарубежных научных публикациях.

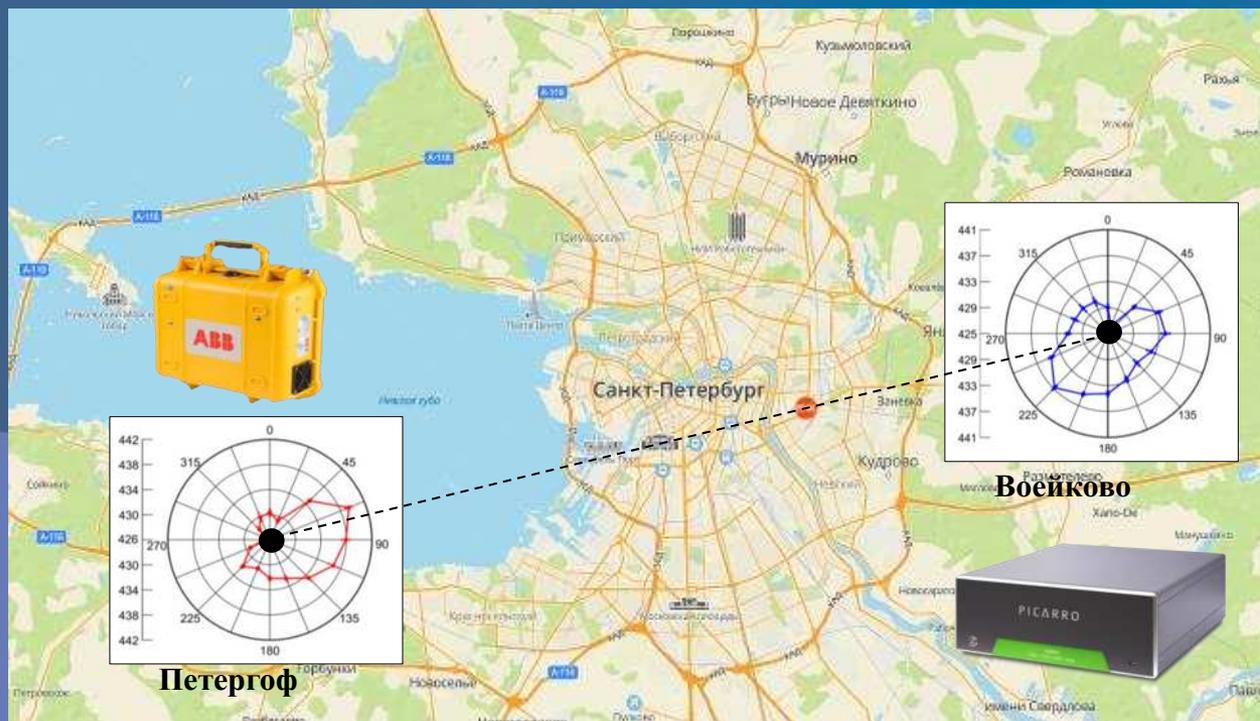
Санкт-Петербургский государственный университет:

- Исследования эмиссии ПГ с территории СПб выполняются с начала 2000-х;
- Наблюдения выполняются на высоком международном уровне (СОССОН);
- Результаты исследований представлены в российских и зарубежных научных публикациях.

СХЕМА ПИЛОТНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА



В качестве схемы пилотного эксперимента был выбран вариант с организацией наблюдений атмосферной концентрации ПГ одновременно на двух станциях, расположенных на западной и восточной границах города. В качестве станций были выбраны полевая экспериментальная база ГГО в п. Воейково и здание физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, расположенное в Петергофе. Расстояние между станциями составляет 46 км. Линия, соединяющая две станции, совпадает по направлению с преобладающими юго-западными ветрами, что позволяет уловить достаточно большое количество случаев прохождения одной и той же воздушной массы над обеими станциями по сравнению с другими направлениями.



МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КАГ

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



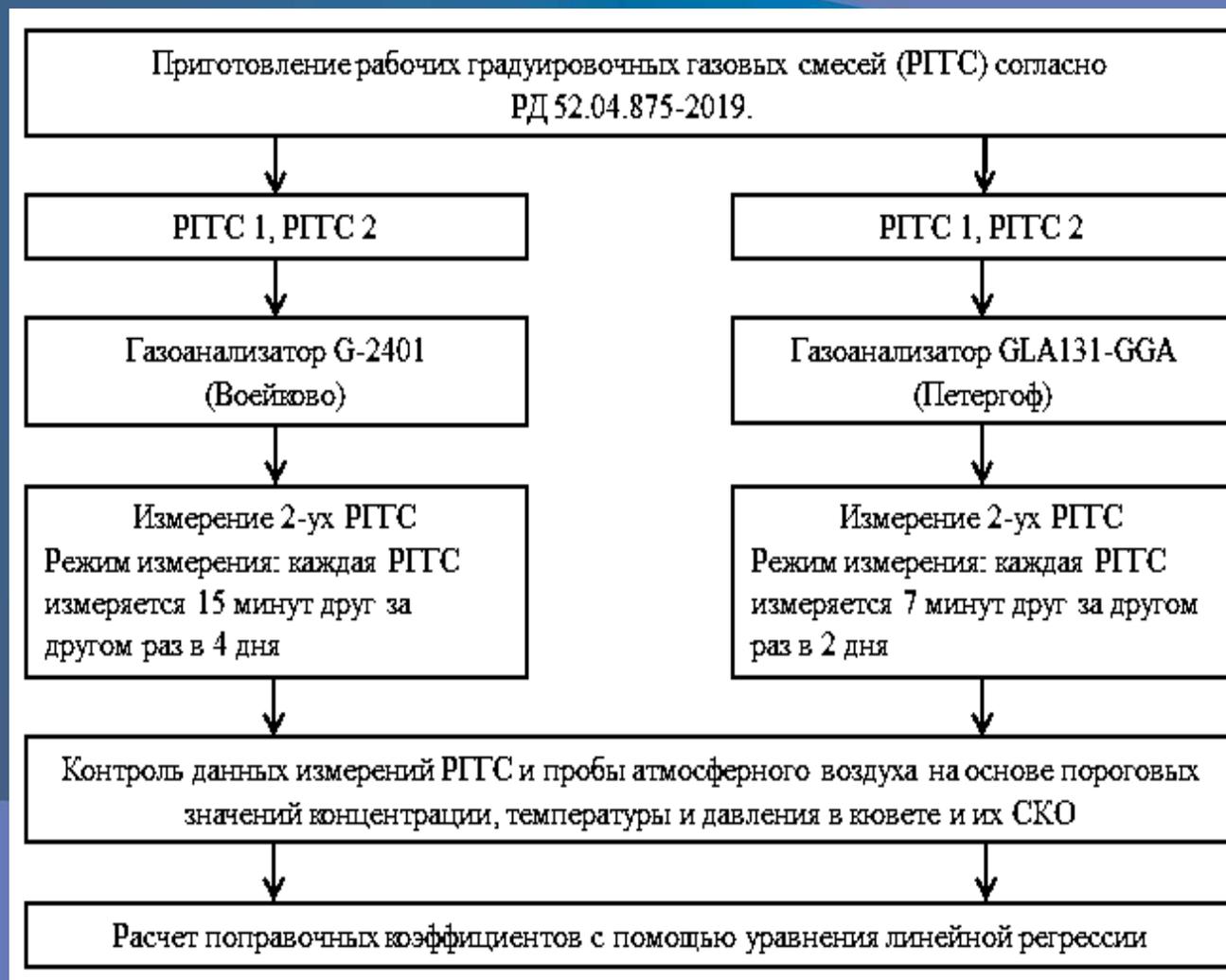
Характеристики используемых для сравнения стандартов ВМО

Стандарты ВМО	CO ₂ , млн ⁻¹ шкала X2019	Расширенная неопределенность, млн ⁻¹	CH ₄ , млрд ⁻¹ шкала X2004a	Расширенная неопределенность, млрд ⁻¹
CA05691	376,16	0,2	1919,5	4
CA05694	461,04	0,2	1797,4	4

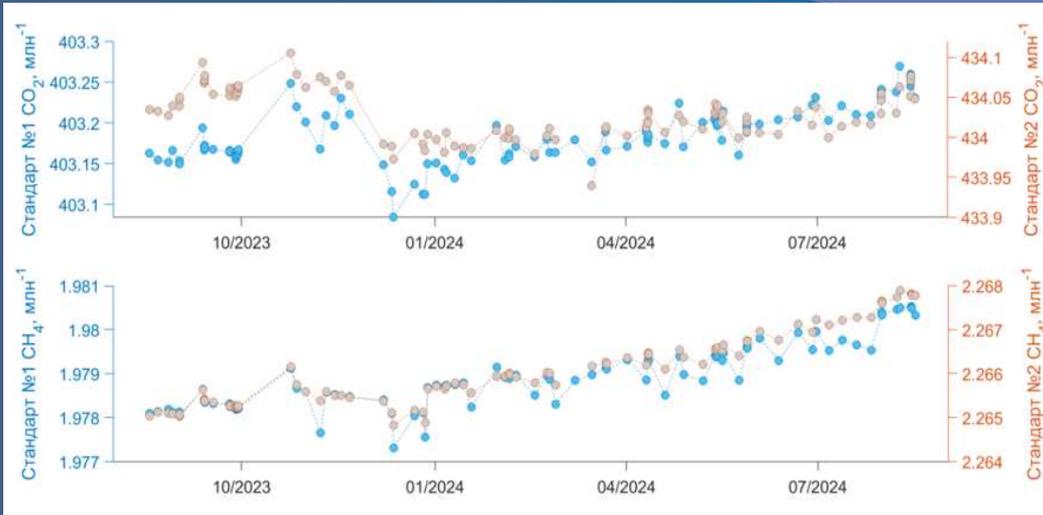
Значения концентрации CO₂ и CH₄ в рабочих градуировочных газовых смесях (РГГС)

№ РГГС	№ баллона	Дата заполнения	CO ₂ , млн ⁻¹	CH ₄ , млн ⁻¹
Воейково				
1	AES057	06.09.2021	406,54	1,9861
2	D972715	17.11.2021	437,70	2,2702
Петергоф				
1	D972714	21.06.2023	408,10	2,0109
2	4033	15.05.2023	483,65	2,4418

СХЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

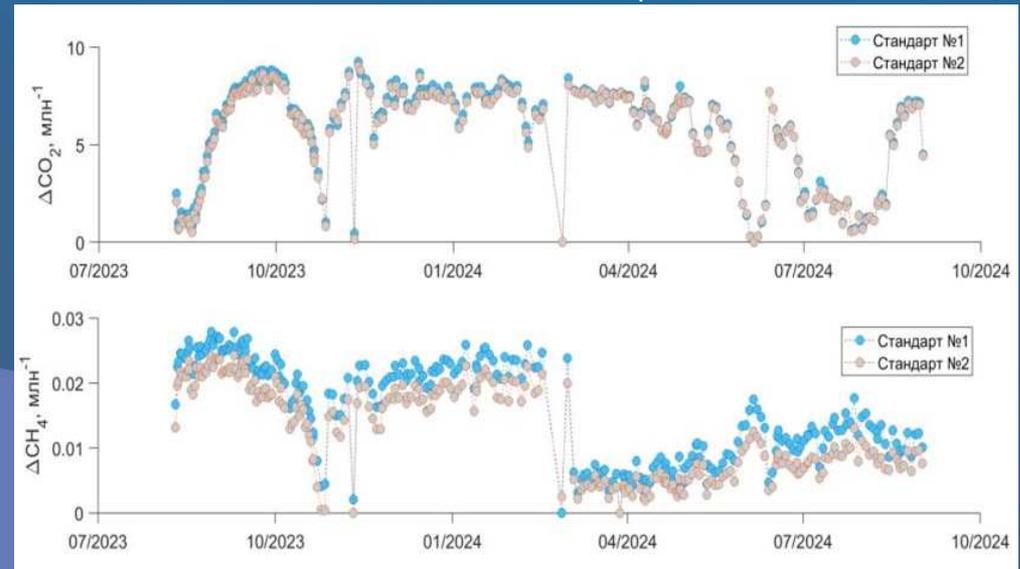


РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ В РГГС. ПРИБОРНЫЙ ДРЕЙФ.

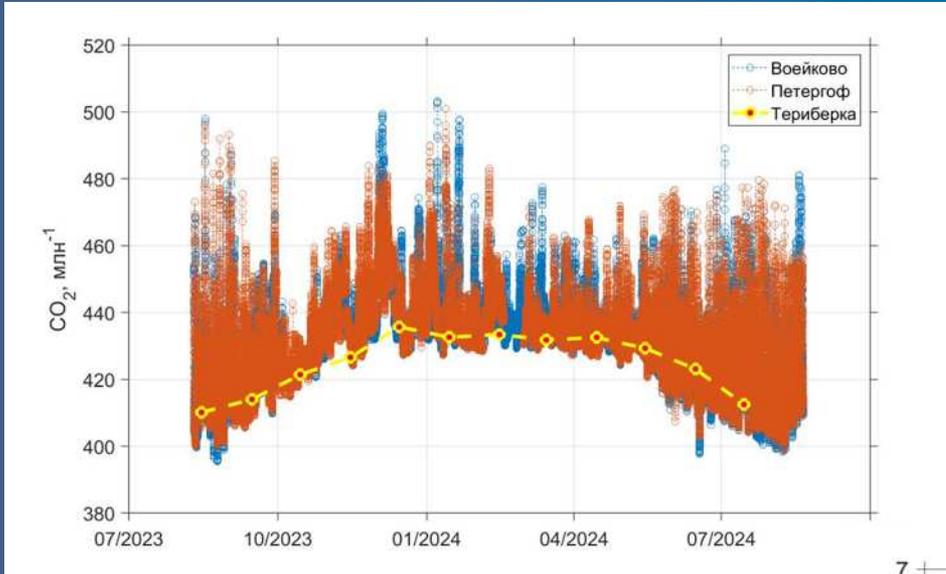


Результаты измерений
концентрации CO₂ и CH₄ в
РГГС. Воейково

Результаты (нормированные
на минимальное значение)
измерений концентрации CO₂
и CH₄ в РГГС. Петергоф



ДАННЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ

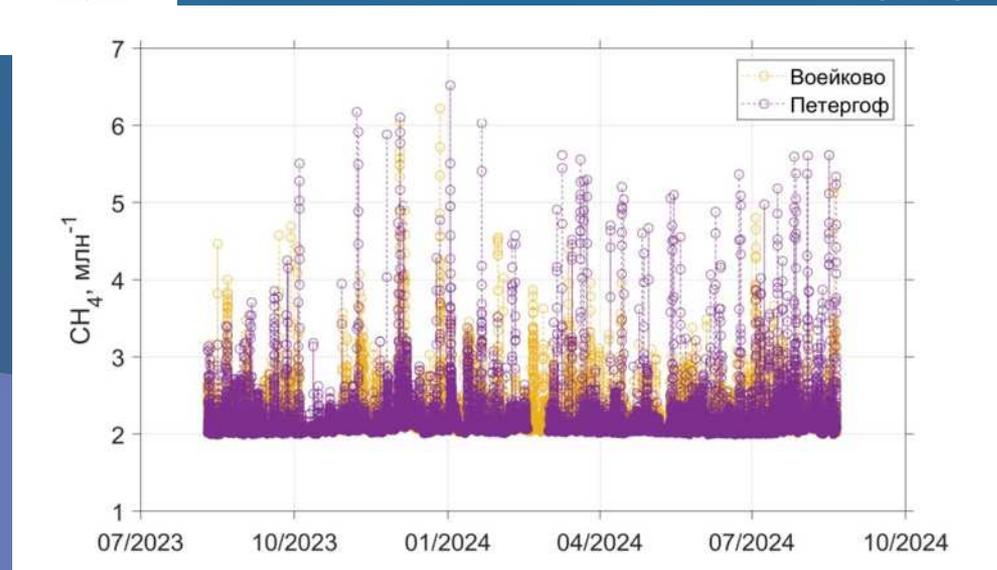


Результаты измерений
концентрации CO_2 в
Воейково и Петергофе

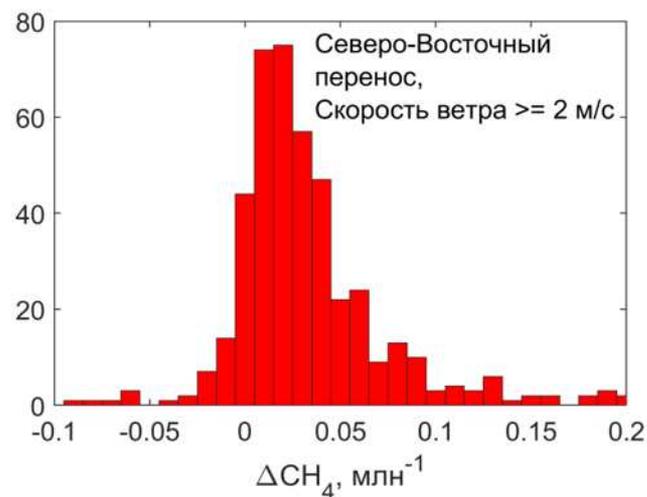
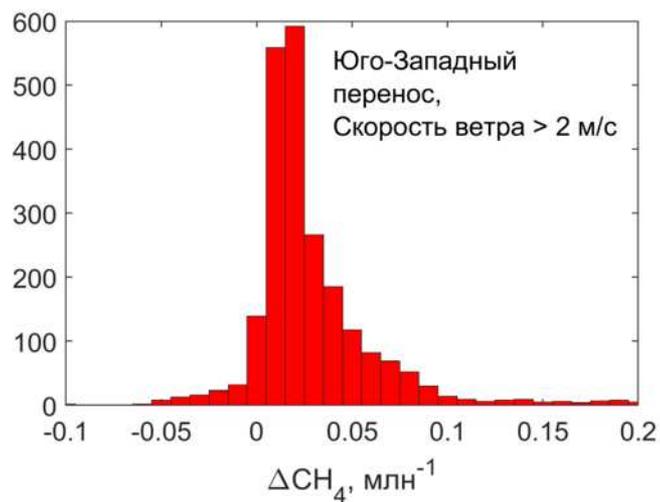
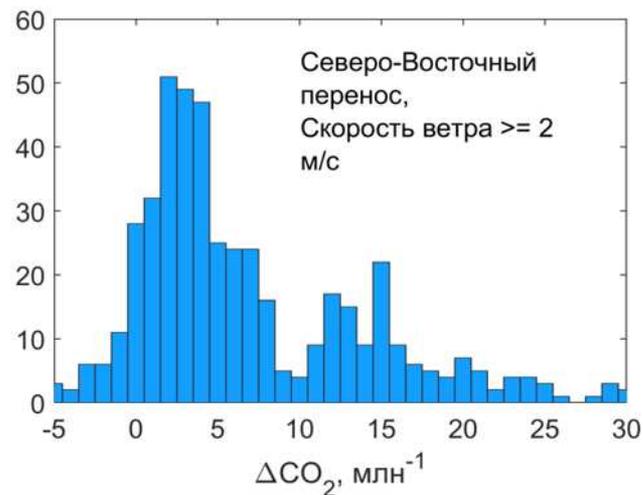
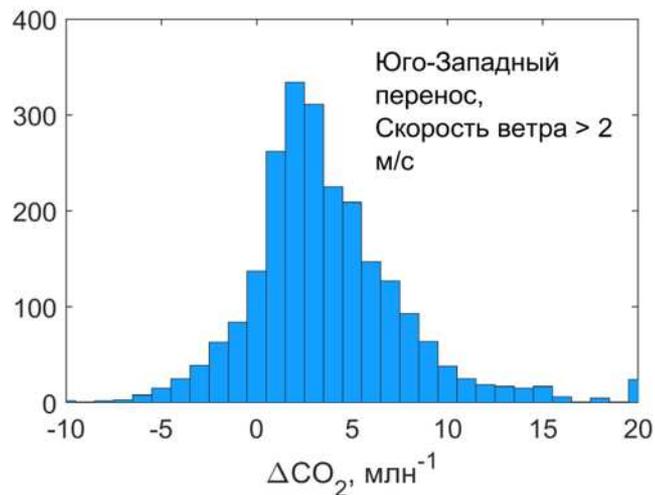
Зарегистрировано две базы
данных.

Газоанализатор G2401 внесен
в ГРСИ (№92000-24).

Результаты измерений
концентрации CH_4 в
Воейково и Петергофе

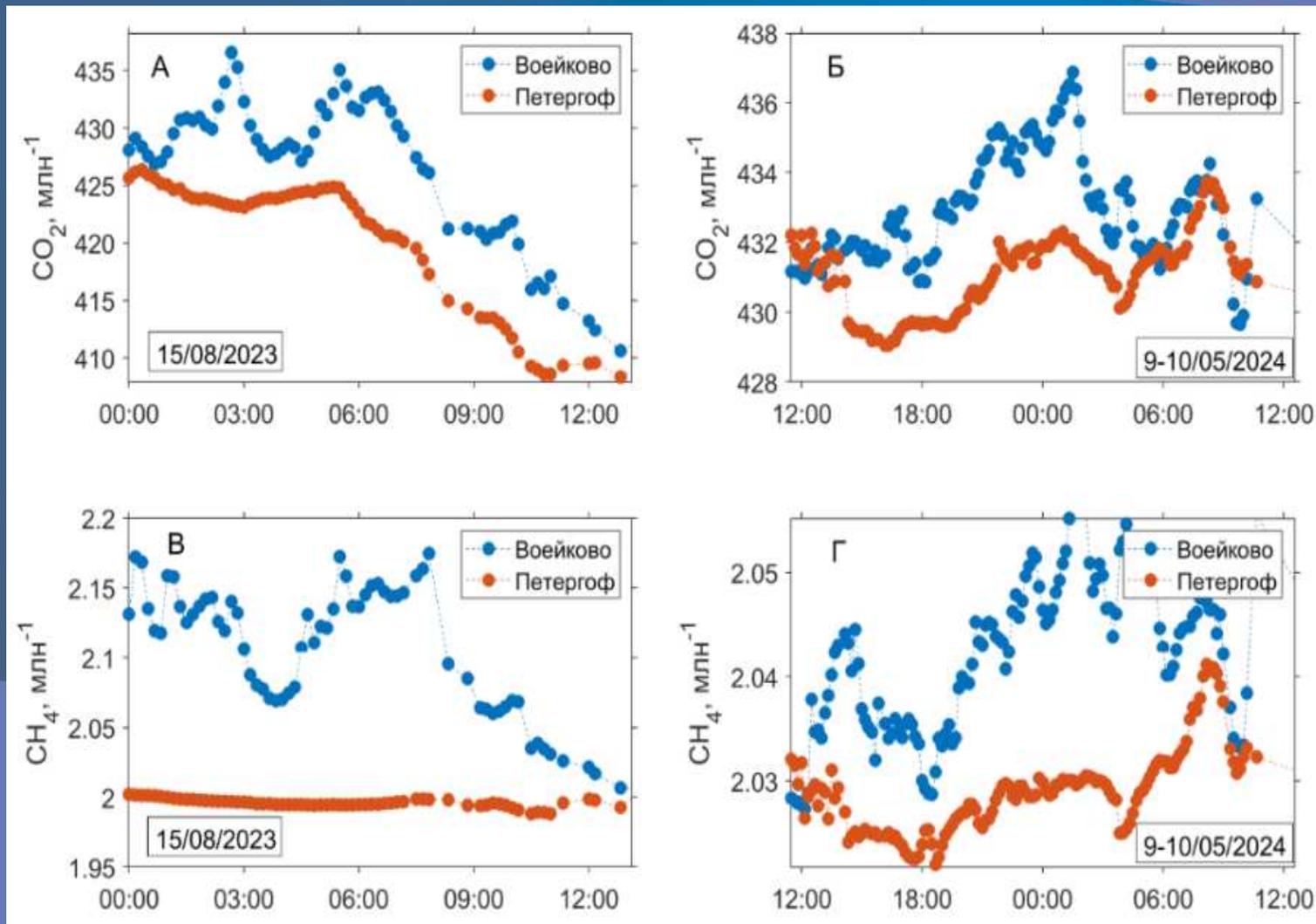


РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНИЦЫ КОНЦЕНТРАЦИИ КАГ

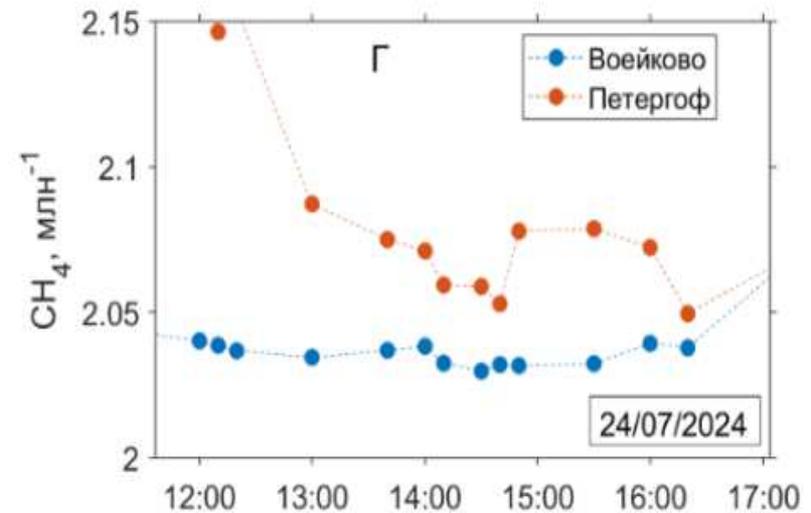
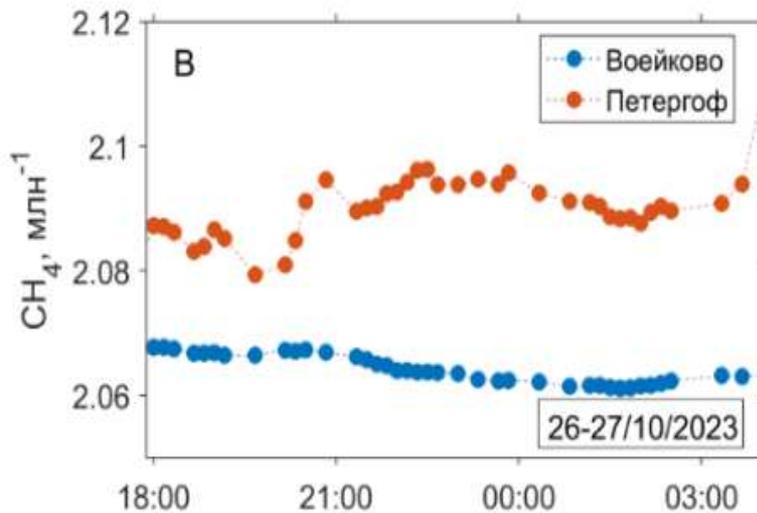
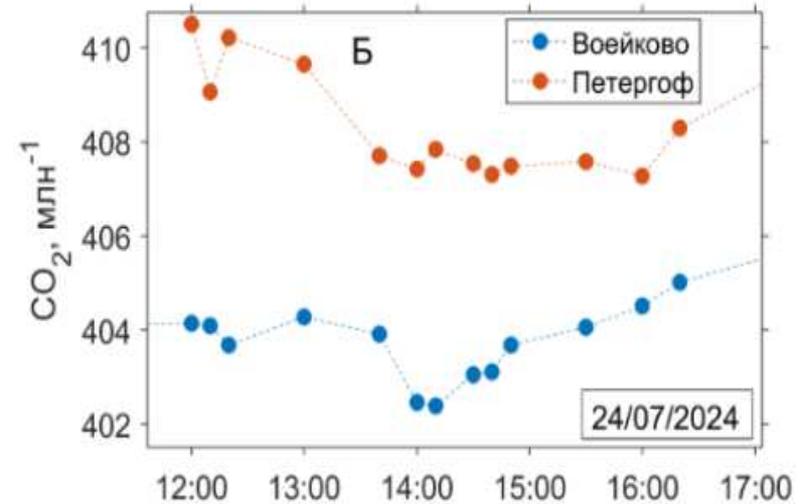
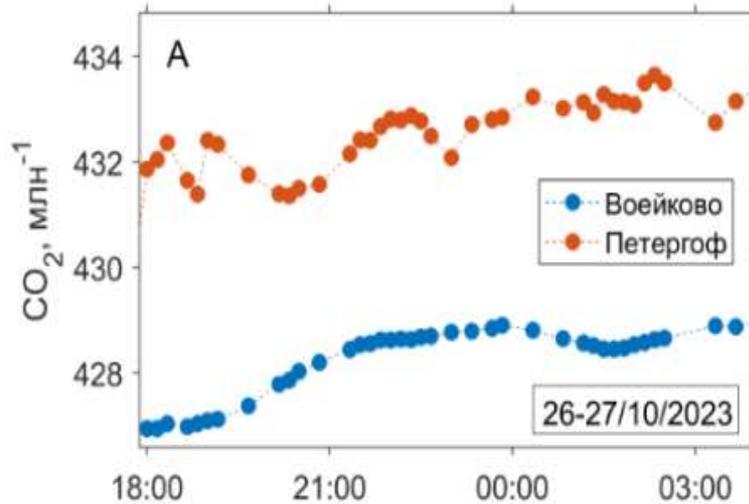




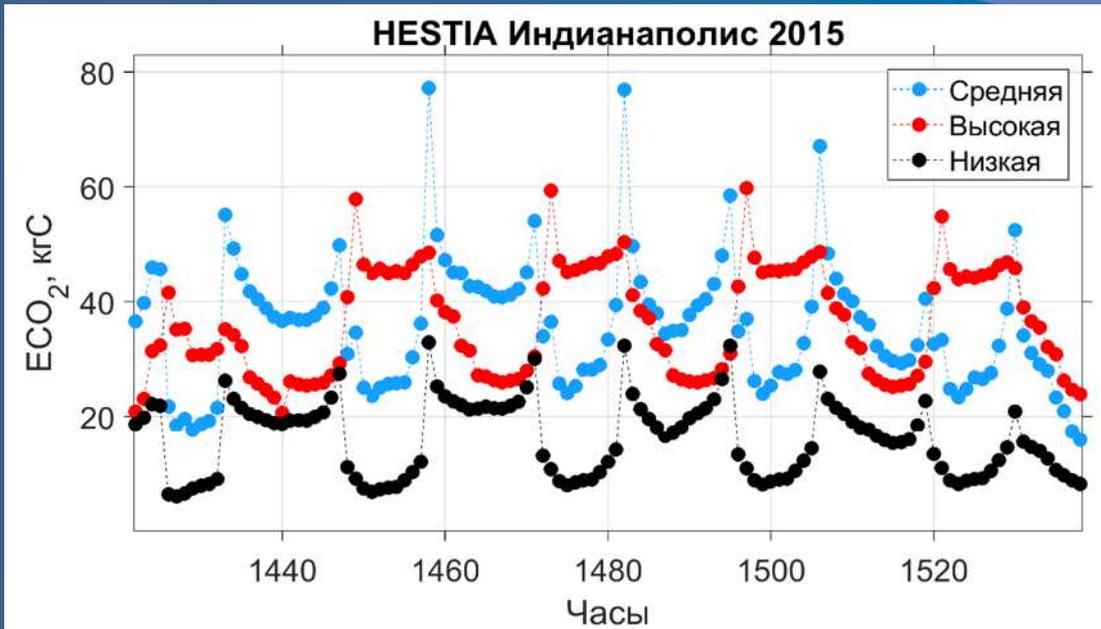
Наблюдаемые концентрации CO_2 (А, Б) и CH_4 (В, Г) для случаев с переносом из сектора $240^\circ\text{-}280^\circ$ в августе 2023 г. и в мае 2024 г.



Наблюдаемые концентрации CO₂ (А, Б) и CH₄ (В, Г) для случаев с переносом из сектора 60-100 в октябре 2023 г. и в июле 2024 г.



Временной ход эмиссии CO₂ с часовым разрешением. HESTIA.

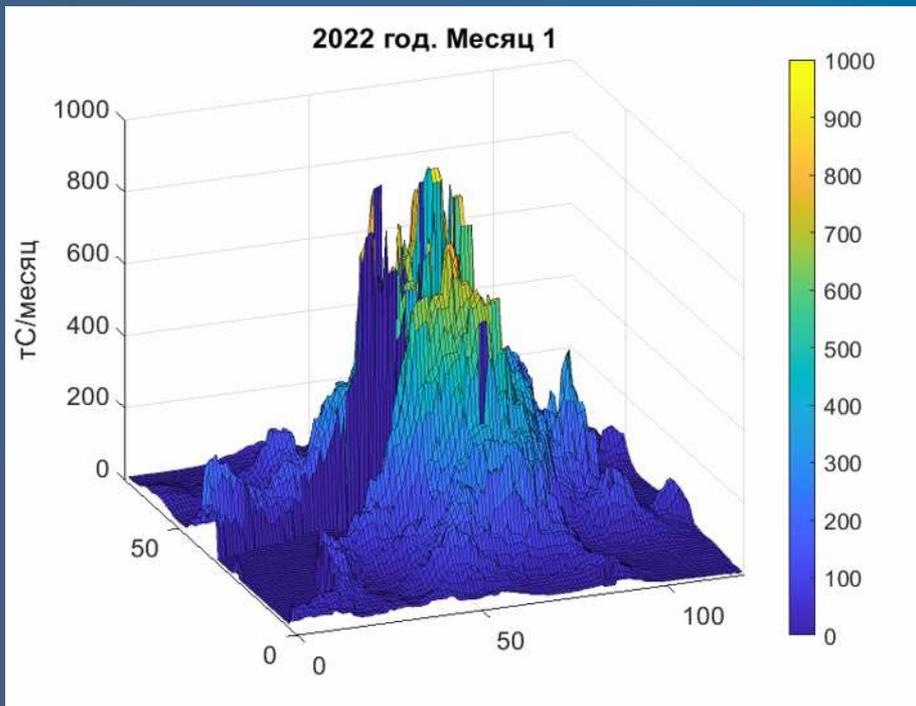


Дневные значения эмиссии CO₂ превышают ночные почти в два раза. Пространственное распределение выбросов неоднородно.

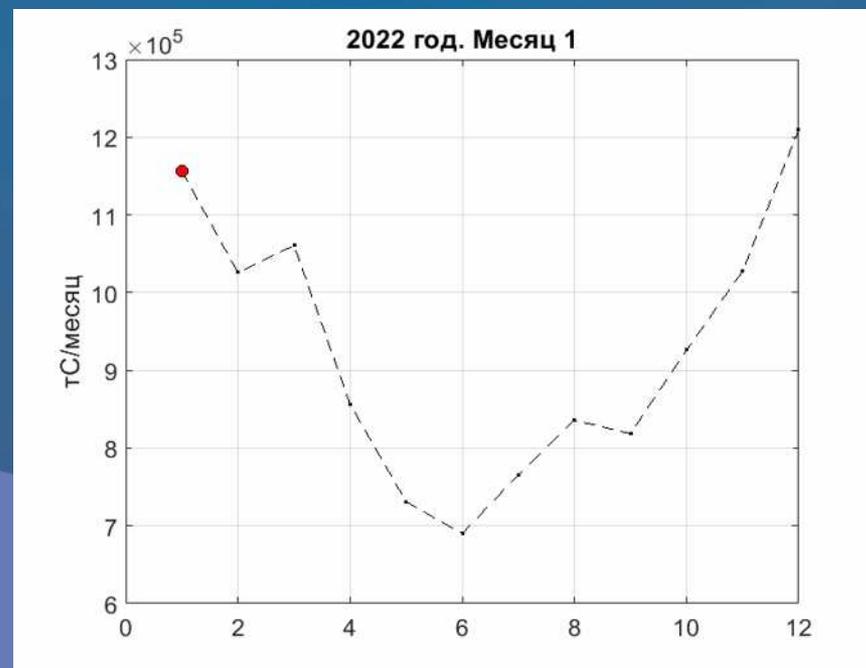




Пространственная структура эмиссии CO₂ для СПб



Сезонный ход эмиссии CO₂ для СПб





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На первом этапе эксперимента была проведена подготовительная методическая работа по организации прецизионных наблюдений за атмосферной концентрацией климатически активных газов (CO_2 и CH_4) с целью оценки интегральной эмиссии Санкт-Петербурга. Разработана программа контроля качества измерений.

Результаты наблюдений на границах города показывают возрастание концентрации ПГ при прохождении воздушной массы над территорией СПб.

На втором этапе будут выполняться работы по совершенствованию расчетной схемы интегральной эмиссии, расширению системы мониторинга и созданию информационных продуктов, способствующих разработке мер, направленных на снижение выбросов КАГ в городах РФ.

Создаваемый прототип городской системы мониторинга КАГ должен стать базисом для создания городских систем мониторинга КАГ в Российской Федерации, которые, в свою очередь, станут частью Единой национальной системы мониторинга КАВ.

Существует потребность в разработке документа с рабочим названием «Стратегия/концепция единой системы наблюдений, мониторинга и информации по парниковым газам в Российской Федерации».



Спасибо за внимание!