

CO₂ AND CH₄ CONCENTRATIONS MEASUREMENT NEAR NOVAYA ZEMLYA USING TDLS COMPLEX OF ROSHYDROMET AIROPLANE - LABORATORY

A. Kuzmichev^{1,2}, A. Nadezhdinskii², Ya. Ponurovskiy², D. Stavrovskii², Y. Shapovalov², V. Zaslavskii², V. Khattatov¹, V. Galaktionov¹

¹-Federal State Budgetary Institution "Central aerological observatory", Dolgoprudny Moscow Region, Russia; askuzmichev@gmail.com

²- NSC of A.M. Prokhorov General Physics Institute, Vavilov str. 38, 119991 Moscow, Russia.



TDLS 2015, Moscow, Russia, July 06-10

Углекислый газ и метан в Арктических регионах

В выводах доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (1) отмечается то, что наиболее вероятной причиной наблюдаемого с середины XX-столетия возрастания глобальных средних температур (глобальное потепление) является повышение концентраций антропогенных парниковых газов.

Парниковые газы антропогенного происхождения, попадающие под действие Рамочной конвенции ООН об изменении климата, включают диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O) и фторсодержащие газы (Ф-газы) - гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы (SF_6).

Диоксид углерода и метан вносят основную долю в общие эмиссии антропогенных ПГ, большой процент которых обеспечивается энергоснабжением, промышленностью и транспортом. В соответствии с приведенной диаграммой, информация о содержании CO_2 и CH_4 в тропосфере и об их поверхностных источниках/стоках имеет первостепенное значение для мониторинга причин изменения температуры в приземной слое и свободной атмосфере.

Вследствие сказанного, налаживание регулярного всестороннего мониторинга изменения концентраций метана и углекислого газа в тропосфере, равно как и анализа и интерпретации получаемых данных, является одной из наиболее актуальных климатологических задач ближайшего времени.

САМОЛЕТ-ЛАБОРАТОРИЯ ЯК-42Д «РОСГИДРОМЕТ»



- Экипаж – 3 чел.;
- Максимальная высота полета – 10200 км;
- Дальность полета – 4000 км;
- Диапазон скоростей полета – от 350 до 700 кмч;
- Максимальный взлетный вес – 59 т.
- Бортперсонал – до 14 чел.

Аппаратно-Программные комплексы самолета-лаборатории:

-АПК-1 – измерение навигационных параметров полета и термодинамических параметров атмосферы;

-АПК-2 - контроль газового и аэрозольного состава атмосферы;

-АПК-3 - измерение радиационного баланса и дистанционных исследований подстилающей поверхности;

-АПК-4 - мониторинг радиоактивных загрязнений атмосферы и поверхности;

-АПК-5 - измерение микрофизических параметров облаков и технические средства активных воздействий;

-АПК-6 – радиолокационные исследования атмосферы и поверхности;

-АПК-7 - измерение электрических характеристик атмосферы.

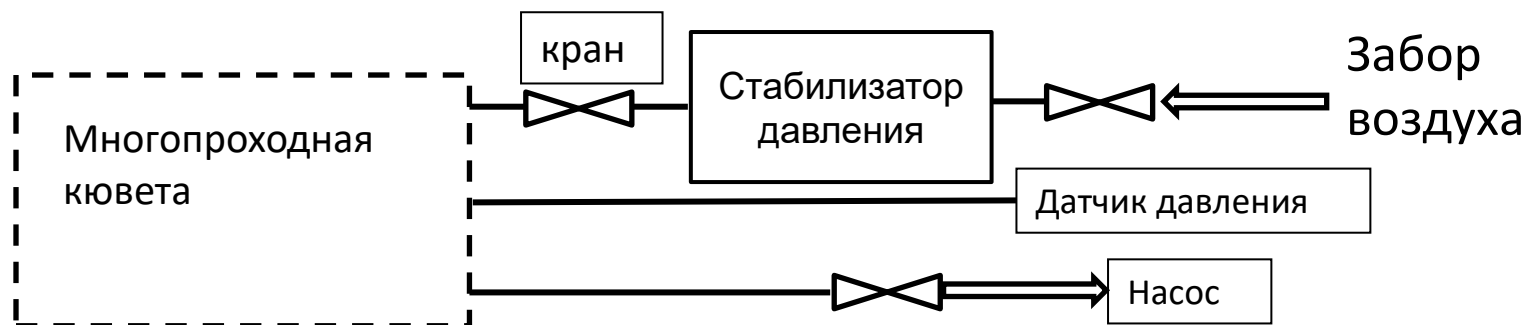
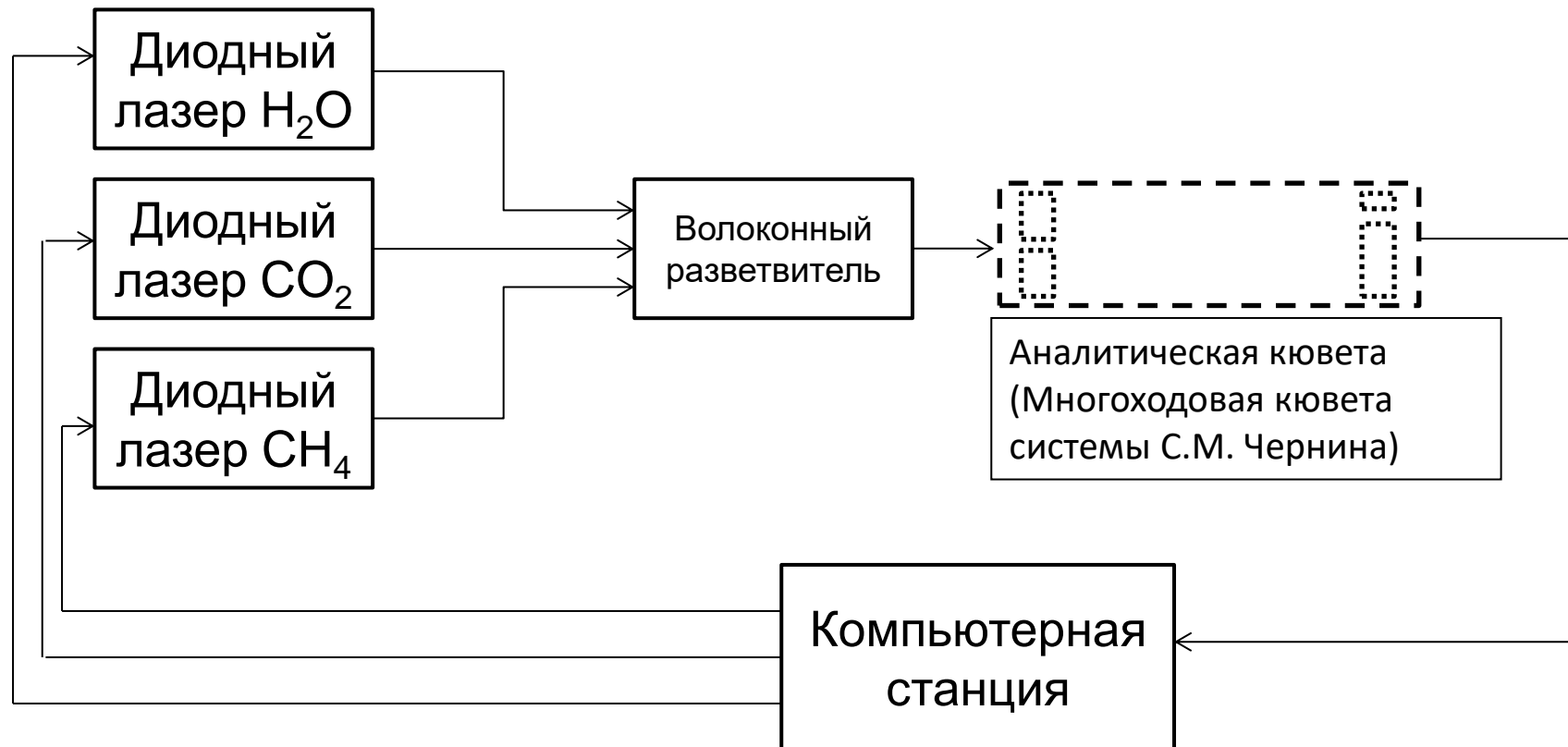
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИОДНЫХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МЕТАНА С БОРТОВ САМОЛЕТОВ-ЛАБОРАТОРИЙ

Ввиду невысокого энергопотребления, компактности и низкой стоимости использование диодных лазеров в качестве источников излучения получило особенно большое распространение в газоанализаторах, устанавливаемых на различные мобильные площадки (автомобиль, вертолет, самолет, баллон). Малые размеры позволяют используя линейку перестраиваемых диодных лазеров в ближнем ИК-диапазоне определять в режиме реального времени концентрации до 5 газовых составляющих атмосферы. Основной проблемой газоанализаторов для определения концентраций метана является организация оптической трассы для детектирования. В зависимости от поставленной задачи, трасса может быть открытой и закрытой (многоходовая кювета).

На самолетах-лабораториях в основном используются газоанализаторы с многоходовой кюветой, через которую организована прокачка воздуха, с помощью насоса, располагающегося либо в багажном отделении, либо непосредственно в корпусе прибора.

Важнейший элемент- многоходовая кювета, в зависимости от производителя собирается либо по схеме CRDS (1), либо ICOS, либо по системе им. С.М. Чернина (3)

ДИОДНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ИОФ РАН- БЛОК-СХЕМА

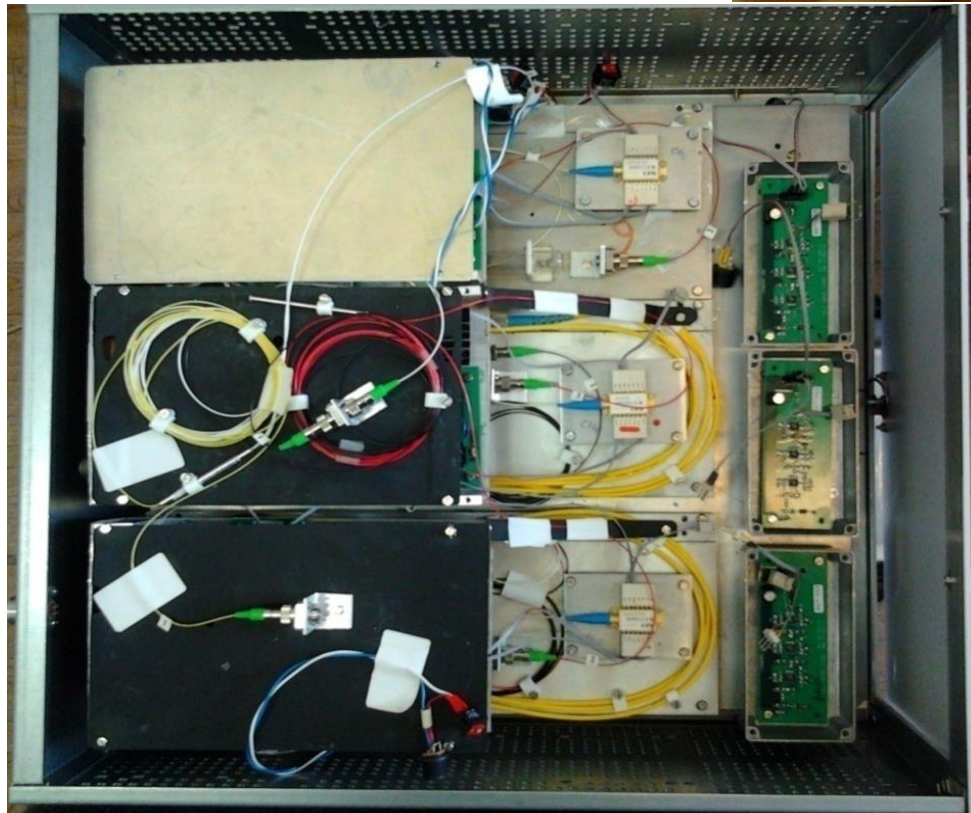


ДИОДНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ИОФ РАН

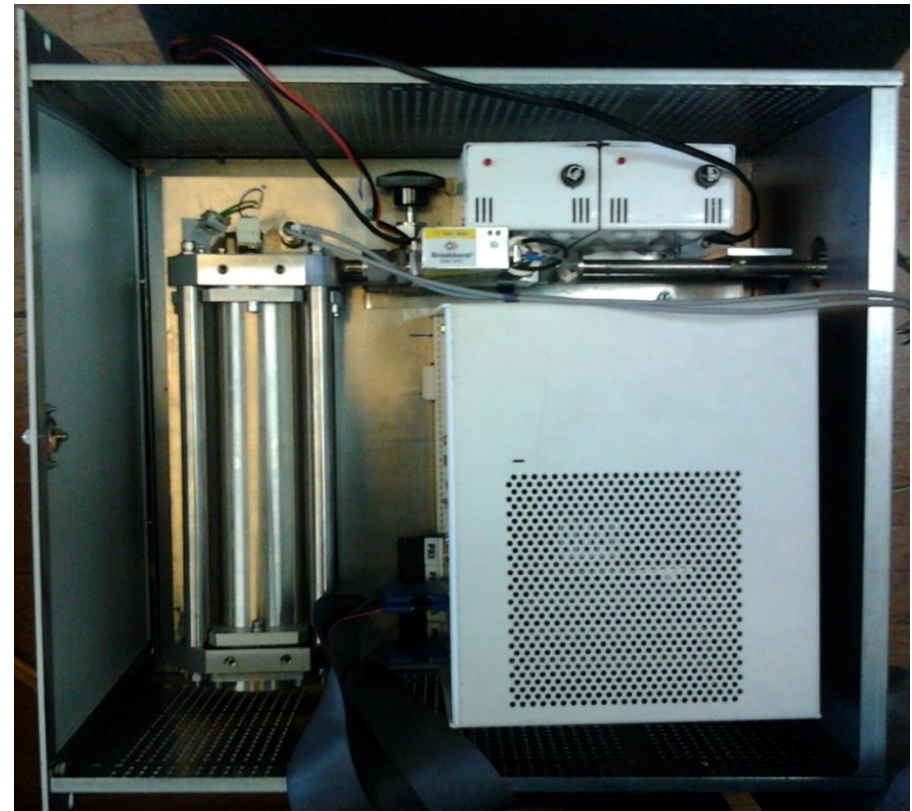
Внешний вид



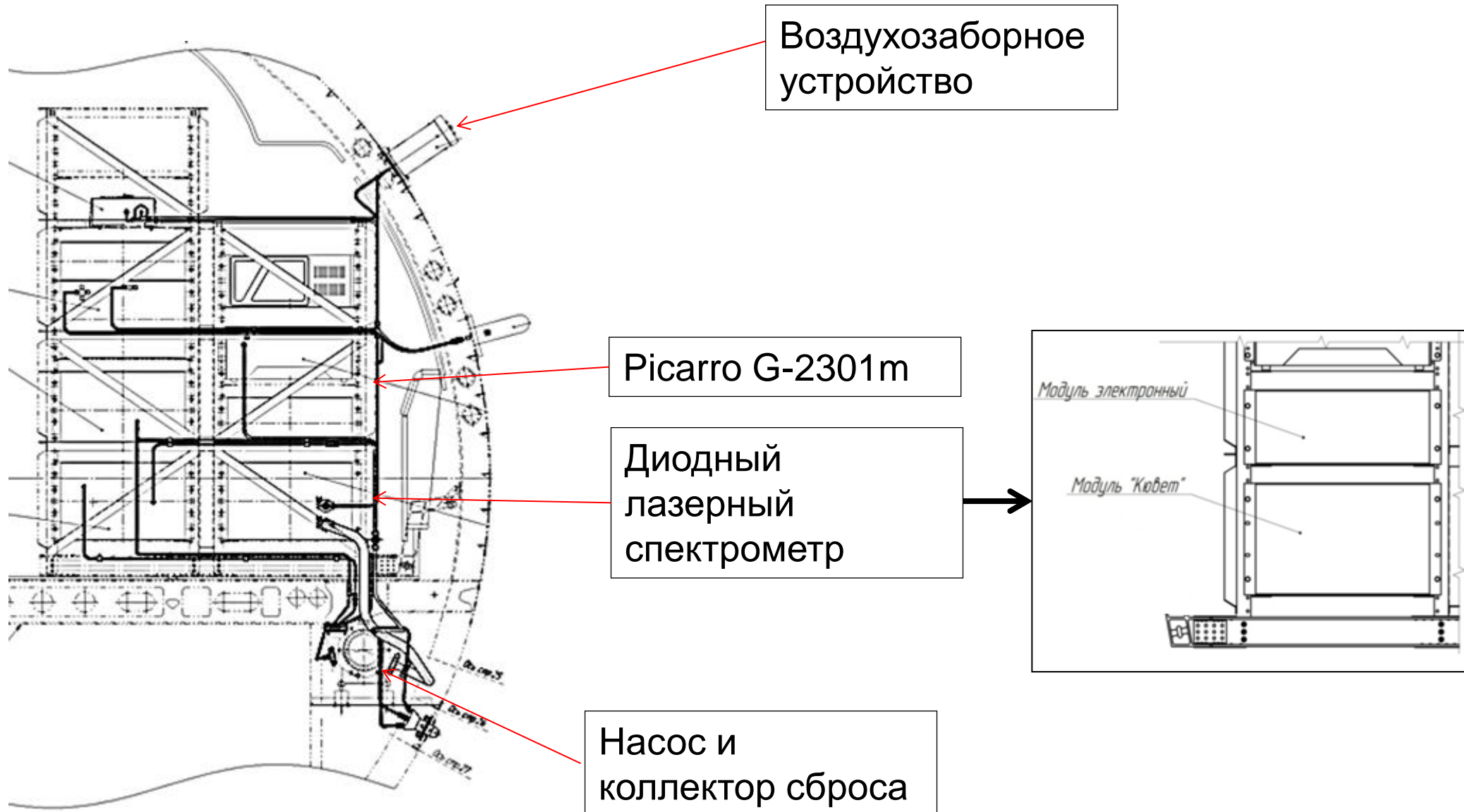
Электронный блок



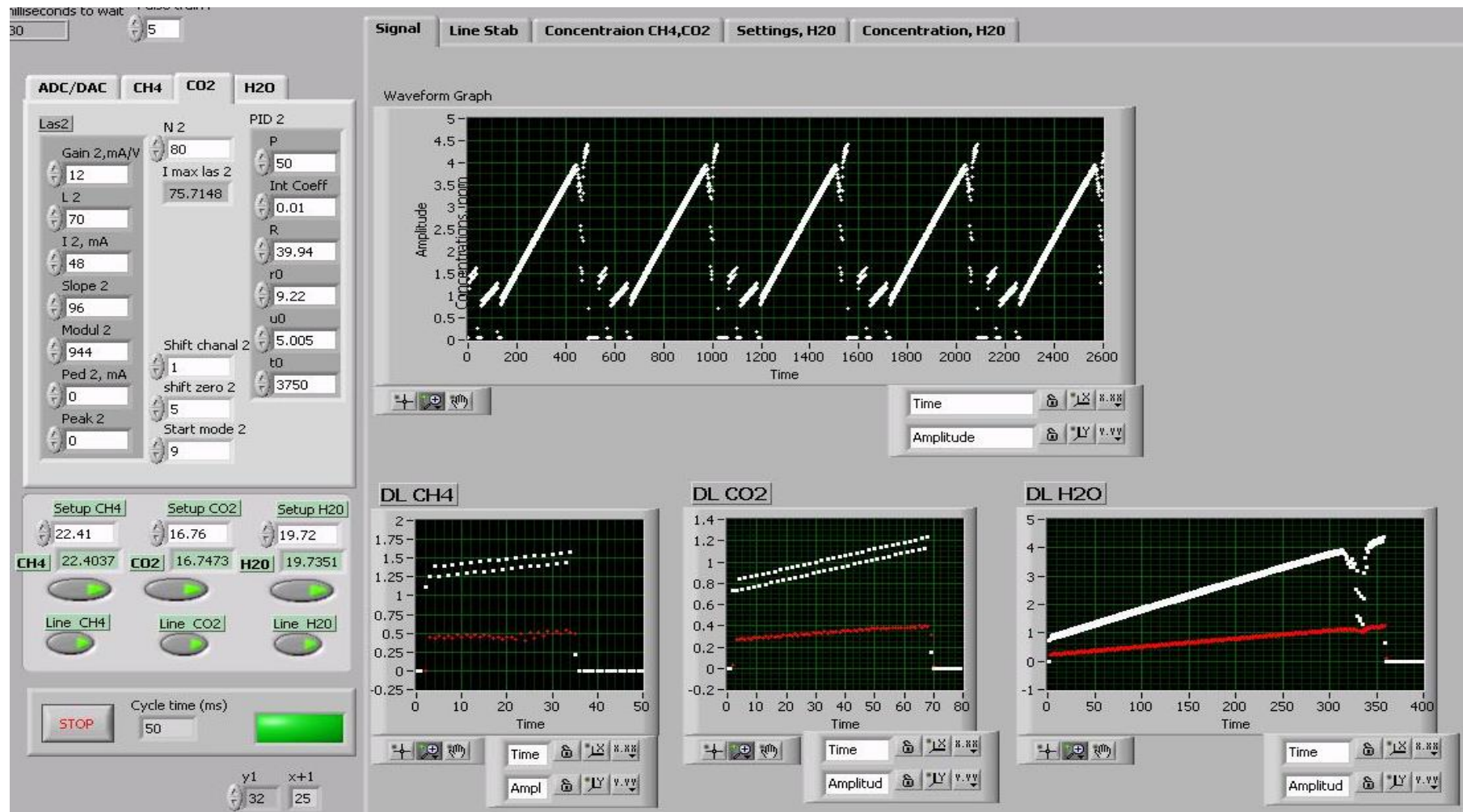
Кюветный блок



РАЗМЕЩЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРА НА БОРТУ САМОЛЕТА-ЛАБОРАТОРИИ



Главное рабочее окно управления спектрометром



МАРШРУТЫ ПОЛЕТОВ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ 2014-2015 ГГ



- 1- г. Нарьян-Мар
- 2- район на полуострове Ямал



- 1- г. Нарьян-Мар
- 2- северная оконечность п-ова Новая Земля

МАРШРУТЫ ПОЛЕТОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ 2014-2015 ГГ

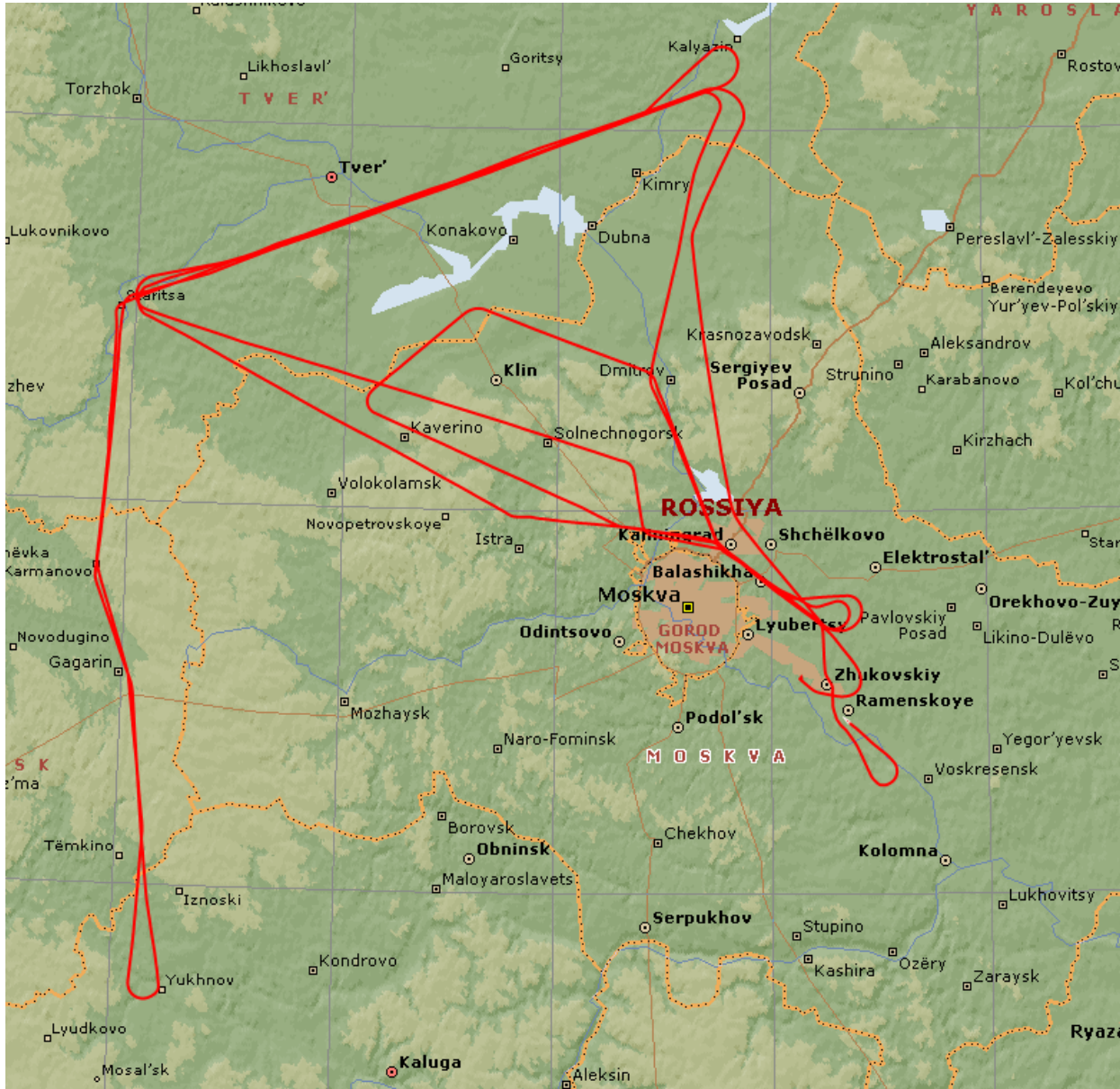


Схема полета по
мониторингу
газового состава около
г. Москва от 19 декабря
2014 г.

Результаты наблюдения концентраций углекислого газа 28 февраля 2015 года

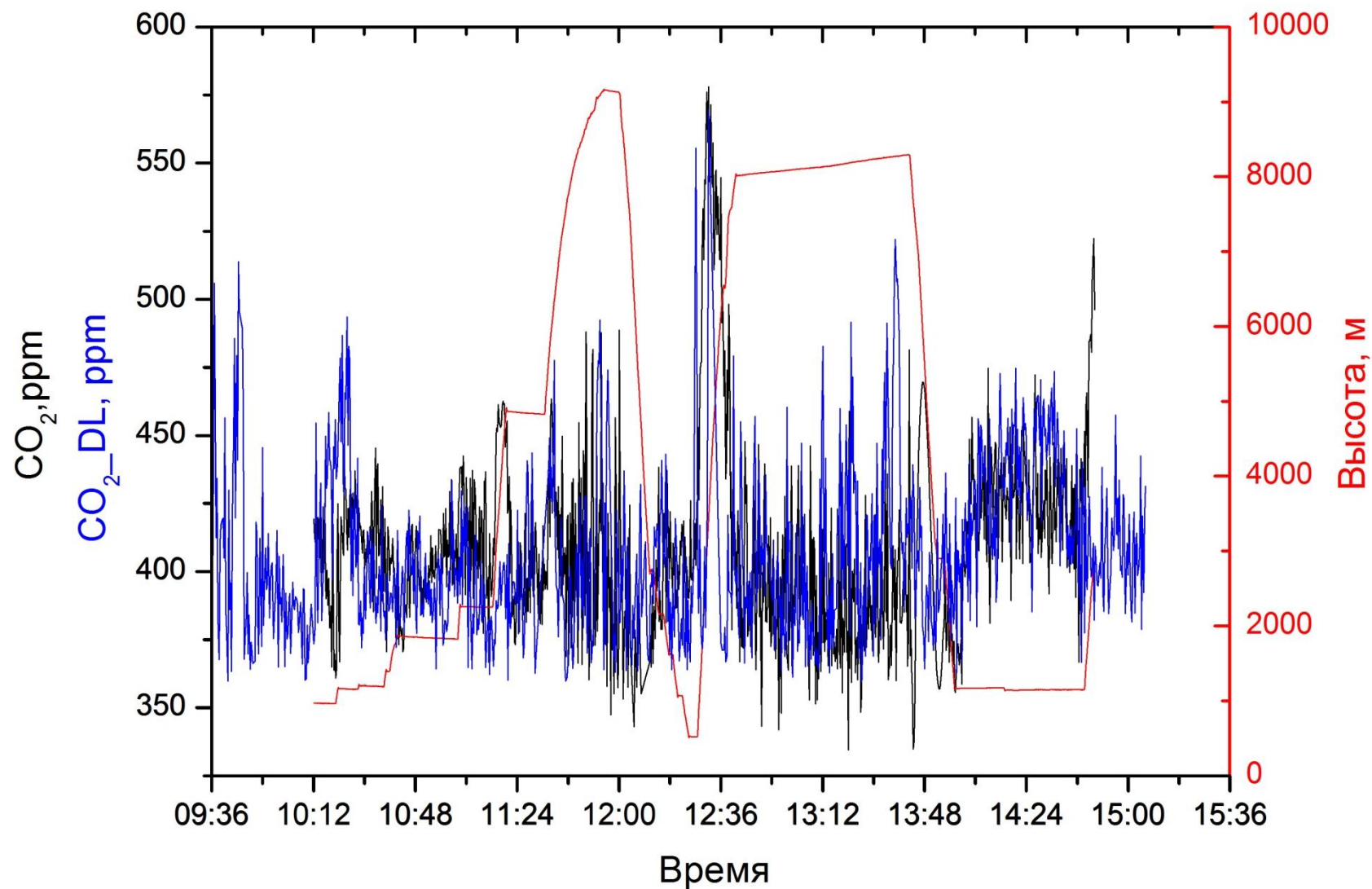
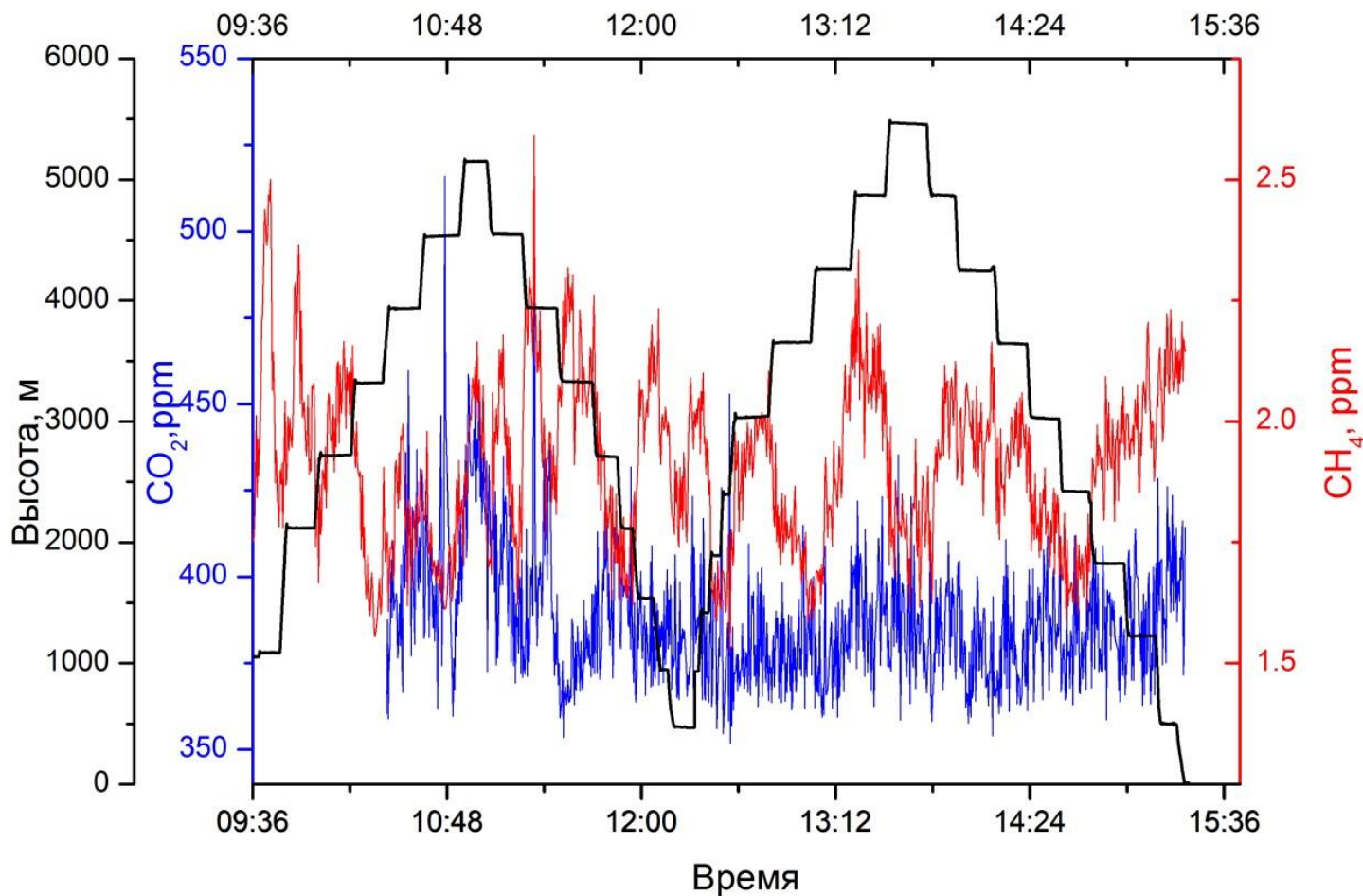
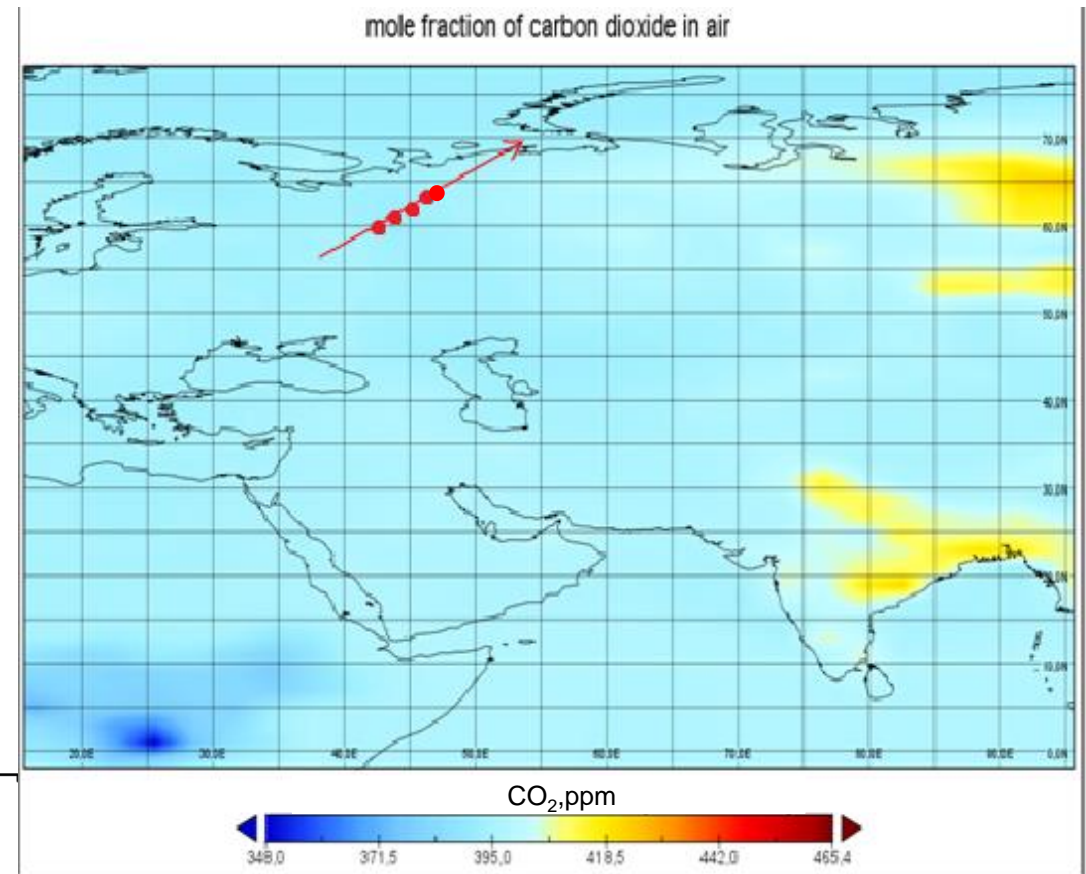
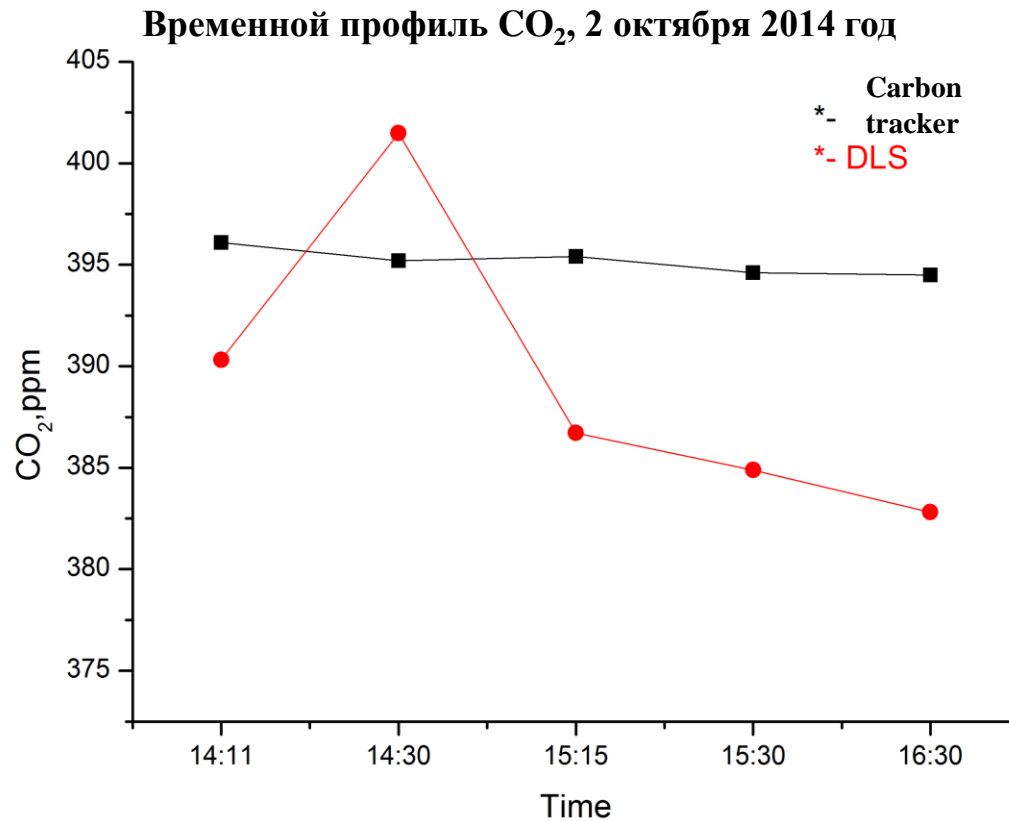


График черного цвета- временной профиль концентрации, полученный абсорбционным спектрометром Li-7500a (2)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА 3 октября 2014 г. в районе п-ова Новая Земля



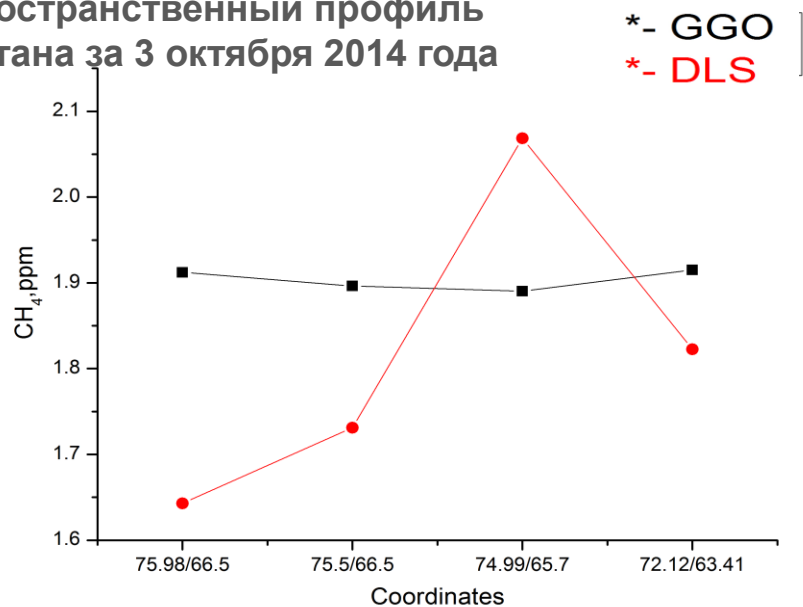
Сопоставление значений концентраций CO₂ с моделью Carbon tracker(3)



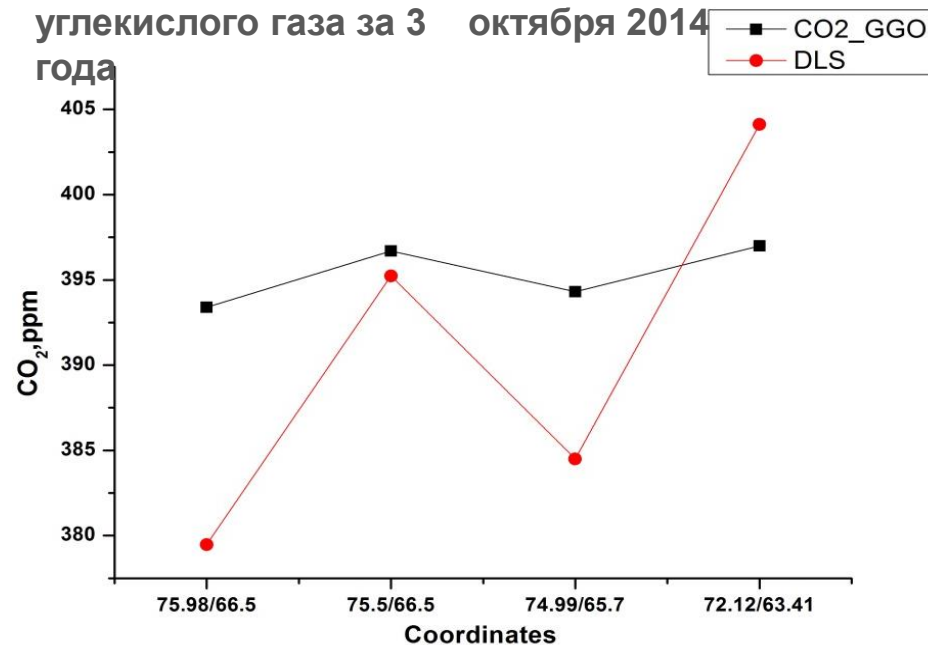
На рисунке справа отмечены точки в которых забирались пробы, красный вектор это траектория перелета из Москвы в Нарьян-Мар.

Сопоставление с результатами анализа воздушных проб (4)

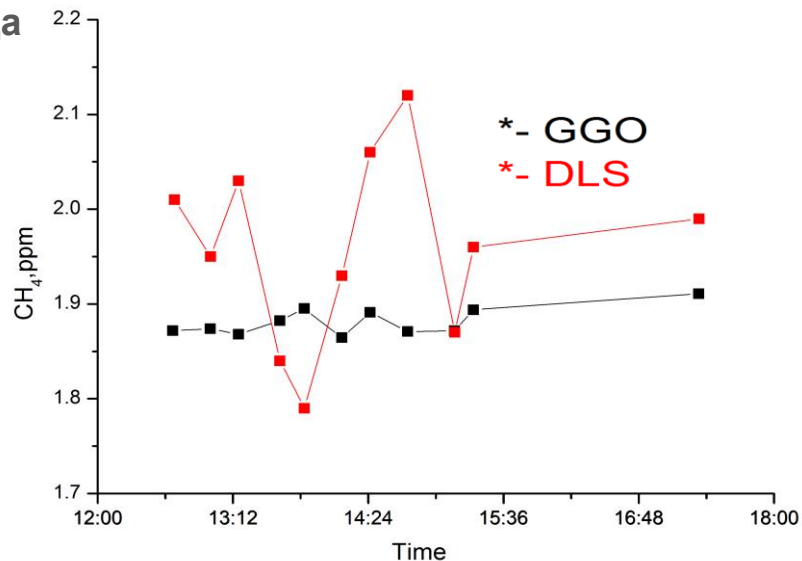
Пространственный профиль метана за 3 октября 2014 года



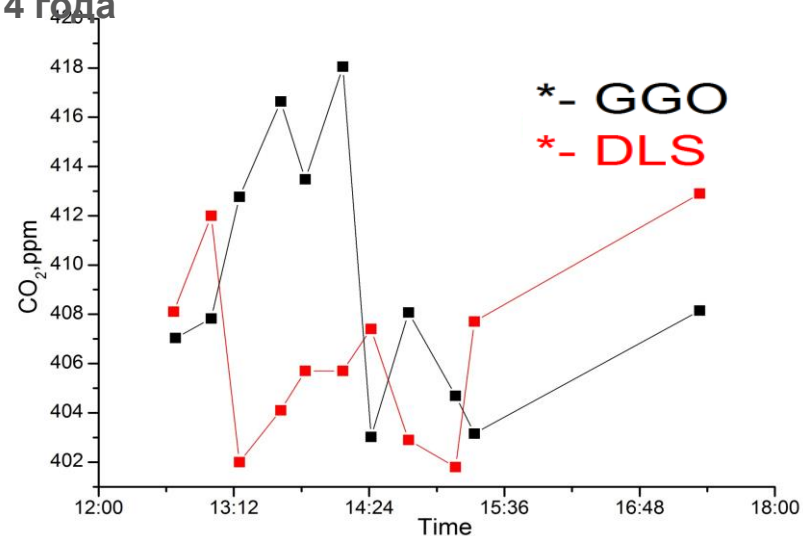
Пространственный профиль углекислого газа за 3 октября 2014 года



Временной профиль метана за 19 декабря 2014 года



Временной профиль углекислого газа за 19 декабря 2014 года



Заключение

1. Разработанный диодный лазерный спектрометр полностью работоспособен при работе при низких температурах.
2. Измеряемые значения находятся в рамках фоновых значений концентраций метана и углекислого газа.
3. Чувствительность газоанализатора позволяет определять малые вариации метана и углекислого газа во время полета самолета-лаборатории
4. Результаты, полученные диодным лазерном спектрометром находятся в высокой степени согласования с данным абсорбционного спектрометра Li-7500a и данными анализа забранных воздушных проб в лабораторных условиях
5. Данные о концентрациях, полученные для полета могут быть использованы для уточнения результатов расчетов моделей фоновых концентраций основных парниковых газов
6. Зафиксированы повышенные относительно Арктических регионов, концентрации измеряемых газов в Московском регионе.

Список использованных источников

1. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/ru/spms2.html
2. http://www.licor.com/env/products/gas_analysis/LI-7500A/
3. <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/carbontracker/>
4. Решетников А.И., и др. Методика и некоторые результаты самолетных измерений в атмосфере. // Радиационные исследования в атмосфере. Труды «ГГО им. А.И. Воейкова», -Л.: Гидрометеиздат, №415, стр. 61-67, 1979.