Бесконтактный контроль атмосферы

1. Термические условия переноса загрязнений в атмосфере

Виды устойчивости атмосферы
КОНВЕКЦИЯ
ИНВЕРСИЯ
ИЗОТЕРМИЯ

2. Интенсивность солнечной радиации

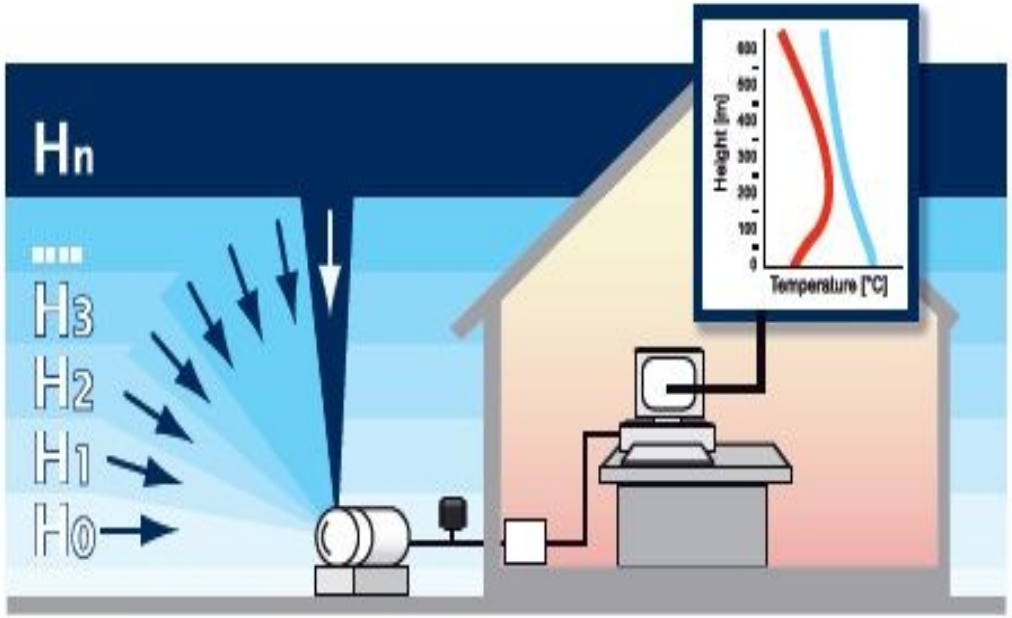
Фотохимические превращения ЗВ, возникновение вторичных продуктов загрязнения воздуха
СМОГ

3 Влажность воздуха, облачность, атмосферные осадки

Разбавление, вымывание примесей из атмосферы
ДАЛЬНИЙ ПЕРЕНОС, ВЫПАДЕНИЕ ЗВ, КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Радиометрический мониторинг температуры и содержания водяного пара в тропосфере

Атмосфера - мощный источник излучения, но изменения температуры незначительны (с увеличением высоты на 1 км температура понижается ~6.5°C) **Для регистрации этих изменений используется очень чувствительный приёмник. Радиометр и антенная система настроены на работу в диапазоне 5 мм (при частоте 60 ГГЦ). Атмосферное излучение измеряется сканированием на различных углах от горизонта до зенита.**

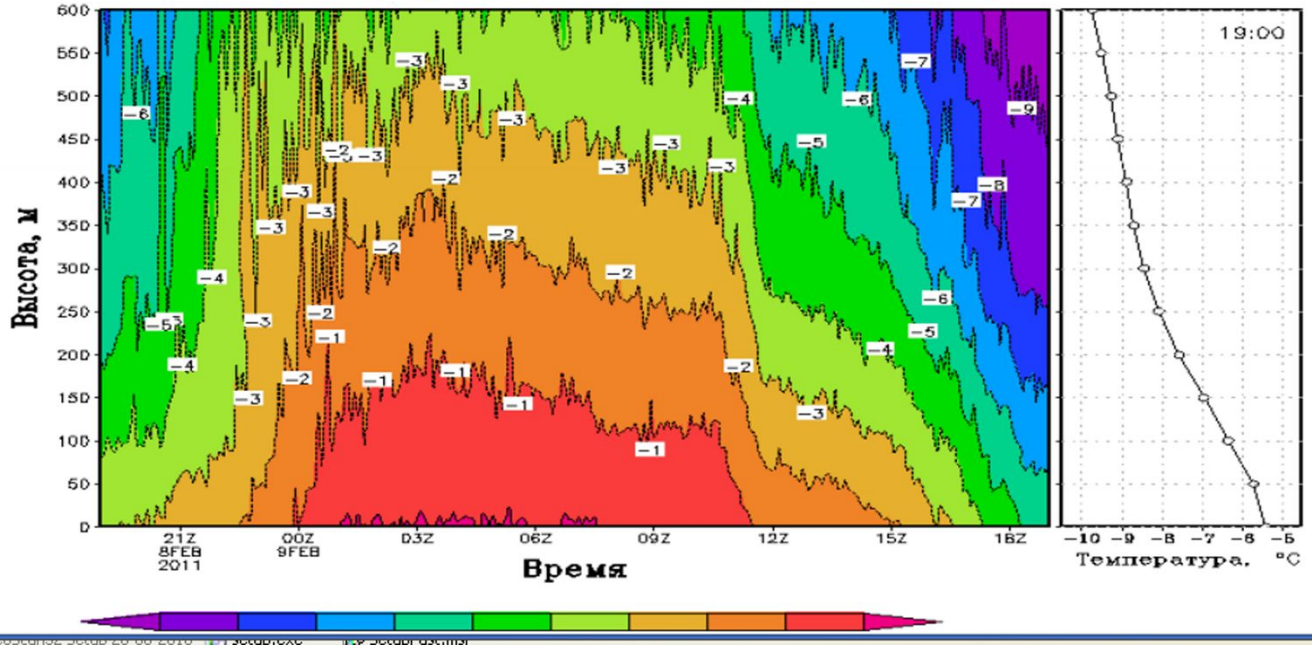


Программное обеспечение восстанавливает измеренные значения в температурные профили. Измеренные данные сохраняются и отображаются каждые 5 минут. В стандартном варианте профиль отображается с интервалом 50м

Сканирующий радиометр с частотой около 60 ГГц МТР-5

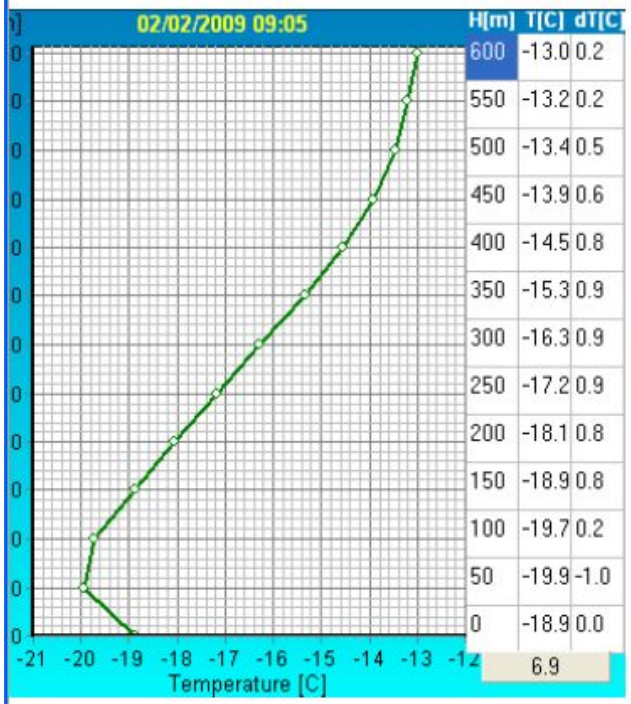
(ООО НПО «АТТЕХ», Долгопрудный) **в комплекте с автоматической метеостанцией** (WXT-520, Vaisala, Финляндия)

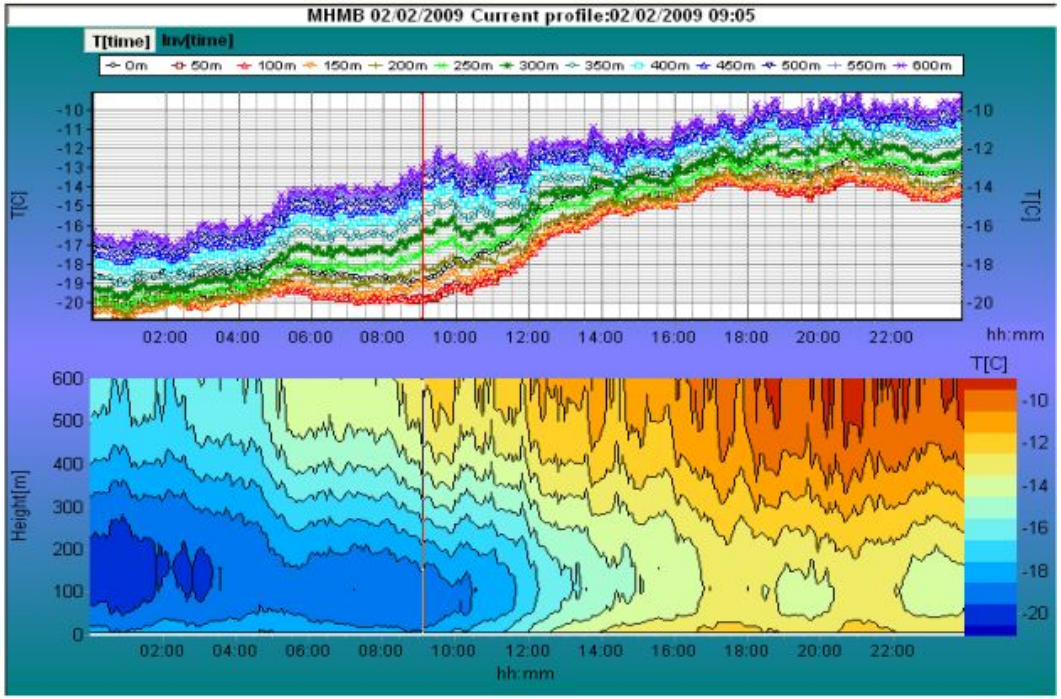
http://atm007-3.phys.msu.ru/measure.php?equip=mtp



Зимняя инверсия в атмосфере г. Москвы.

На фотографиях - концентрация загрязнений атмосферы под инверсионным слоем, в который упирается дымовой шлейф от источников. Вертикальный профиль температуры (нижние графики) получен МТР-5, установленном на крыше физфака МГУ.





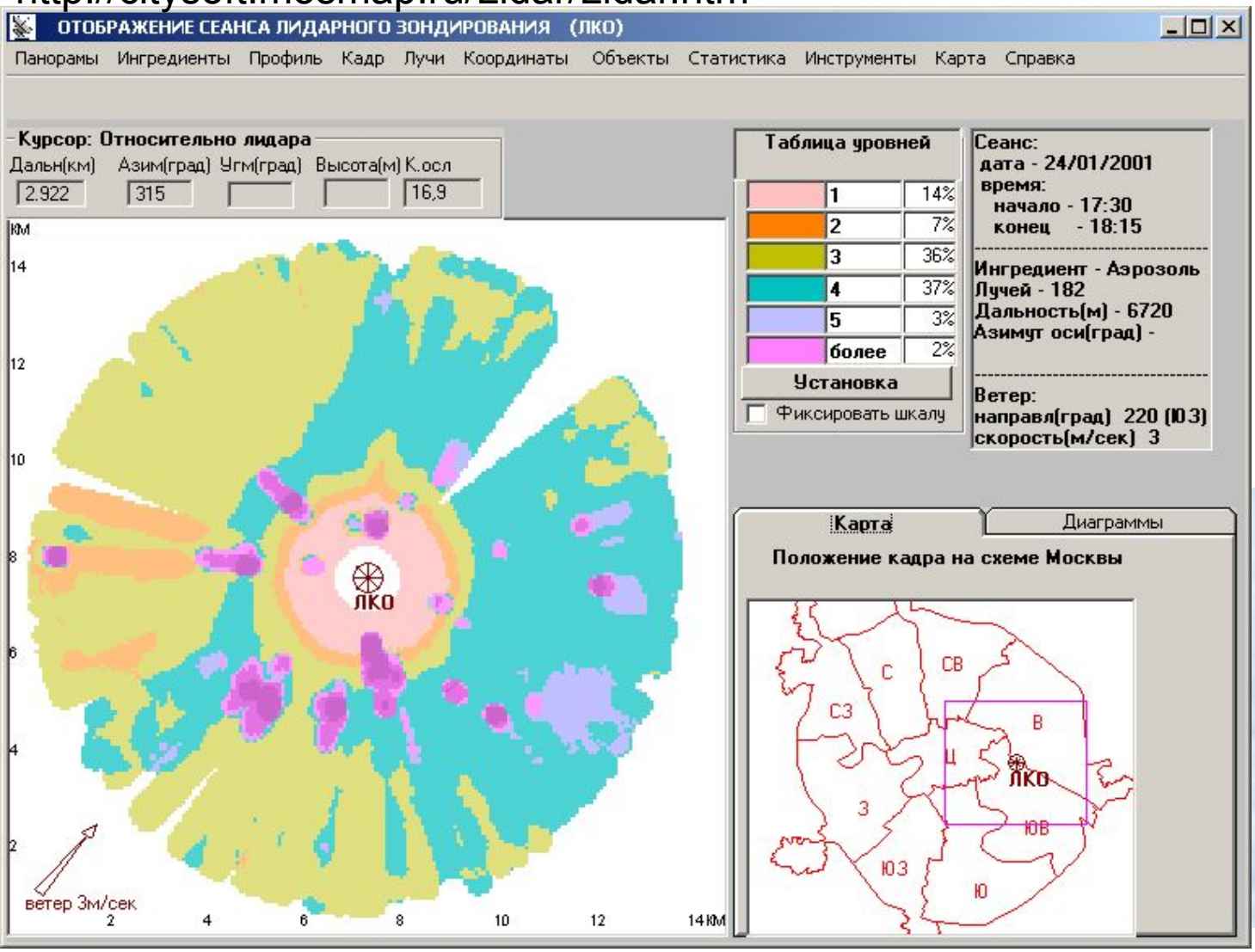
Лидарный мониторинг загрязнения атмосферы

Лазер, генерируя монохроматическое и когерентное излучение, обеспечивает малую расходимость пучка. Молекулы газов и аэрозольные частицы, с которыми сталкивается лазерное излучение в атмосфере, вызывают его рассеяние. Часть излучения рассеивается назад в направлении лидарной системы и может быть обнаружена.

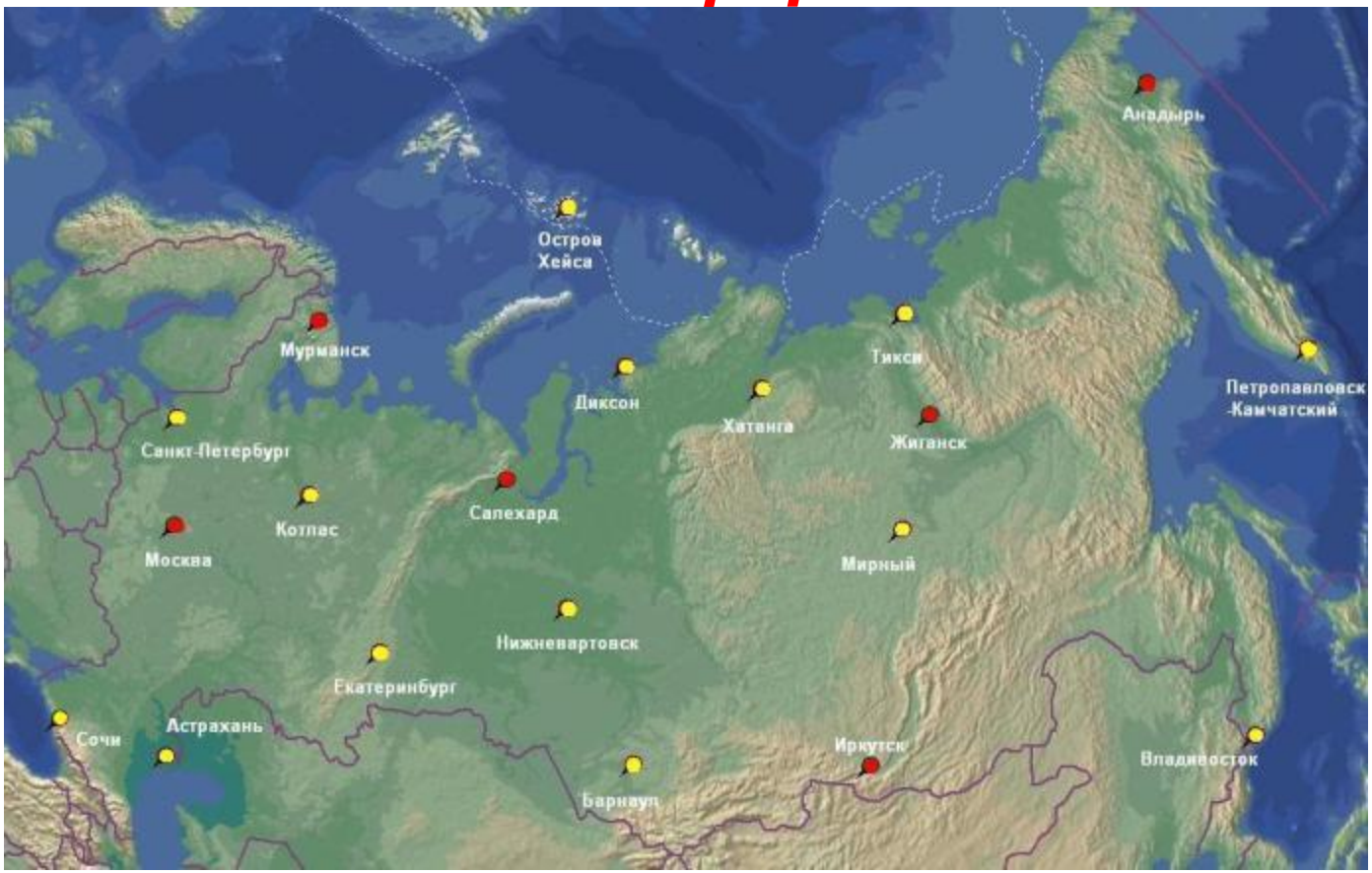
В лидаре рассеянное назад излучение собирается в приемнике с помощью отражающей или преломляющей оптики и направляется на фотодетектор, который преобразует его в электрический сигнал, содержащий информацию о присутствии, концентрации и расстоянии до атмосферных рассеивателей или поглотителей

Лидарное зондирование состояния аэрозольного загрязнения атмосферы (г. Москва).

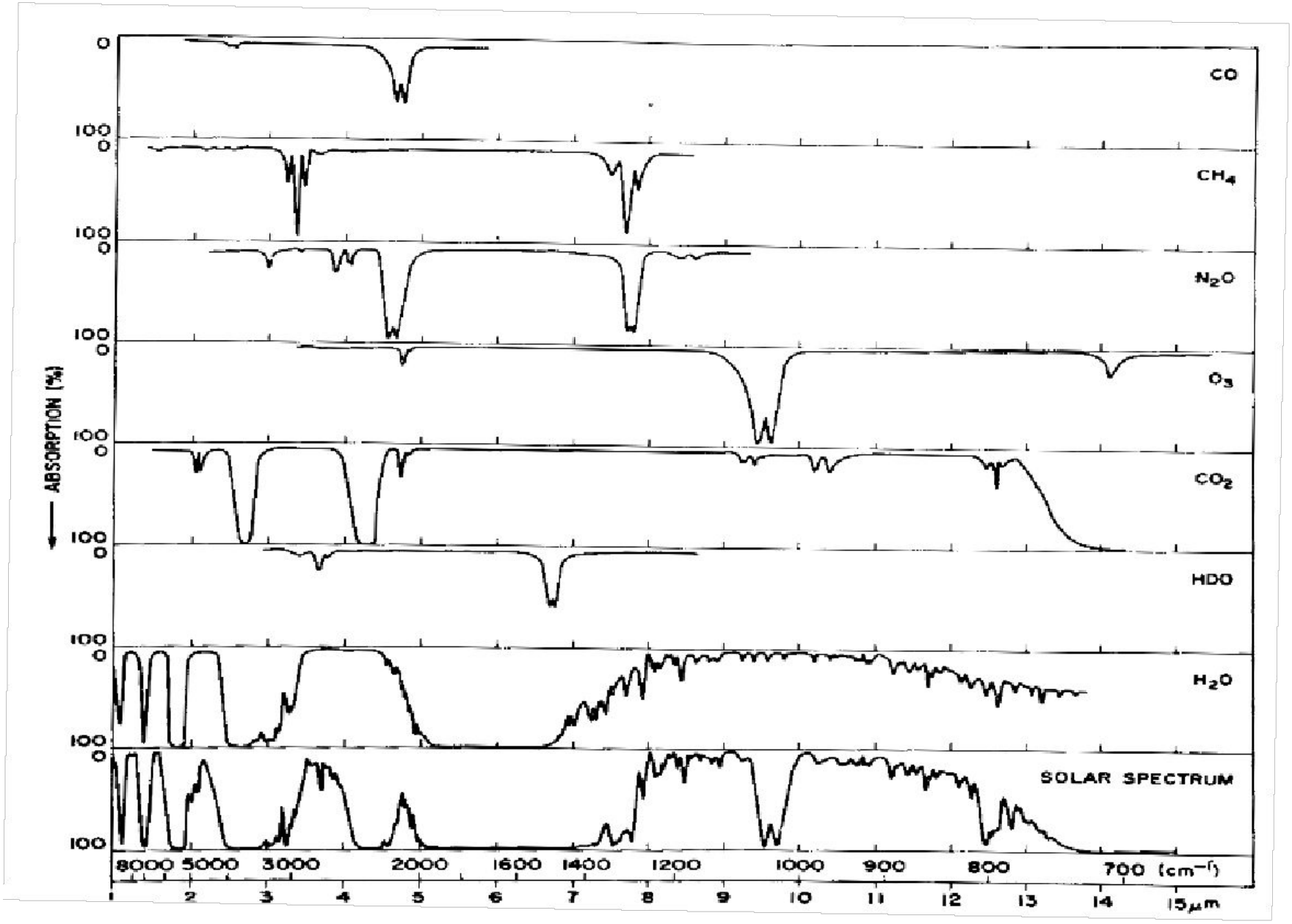
Справа ЛКО разработки НИИ прецизионного приборостроения (НИИ ПП), http://citysoft.mosmap.ru/Lidar/Lidar.htm



Спектрометрии газовых компонентов атмосферы



В настоящее время спектрометрами измерения *содержания озона*, *двуокиси азота* и других *малых газовых составляющих* атмосферы оснащены станции Долгопрудный, Анадырь, Мурманск, Жиганск, Иркутск и Салехард (красные пунсоны, желтые пунсоны – перспективные для оснащения станции)



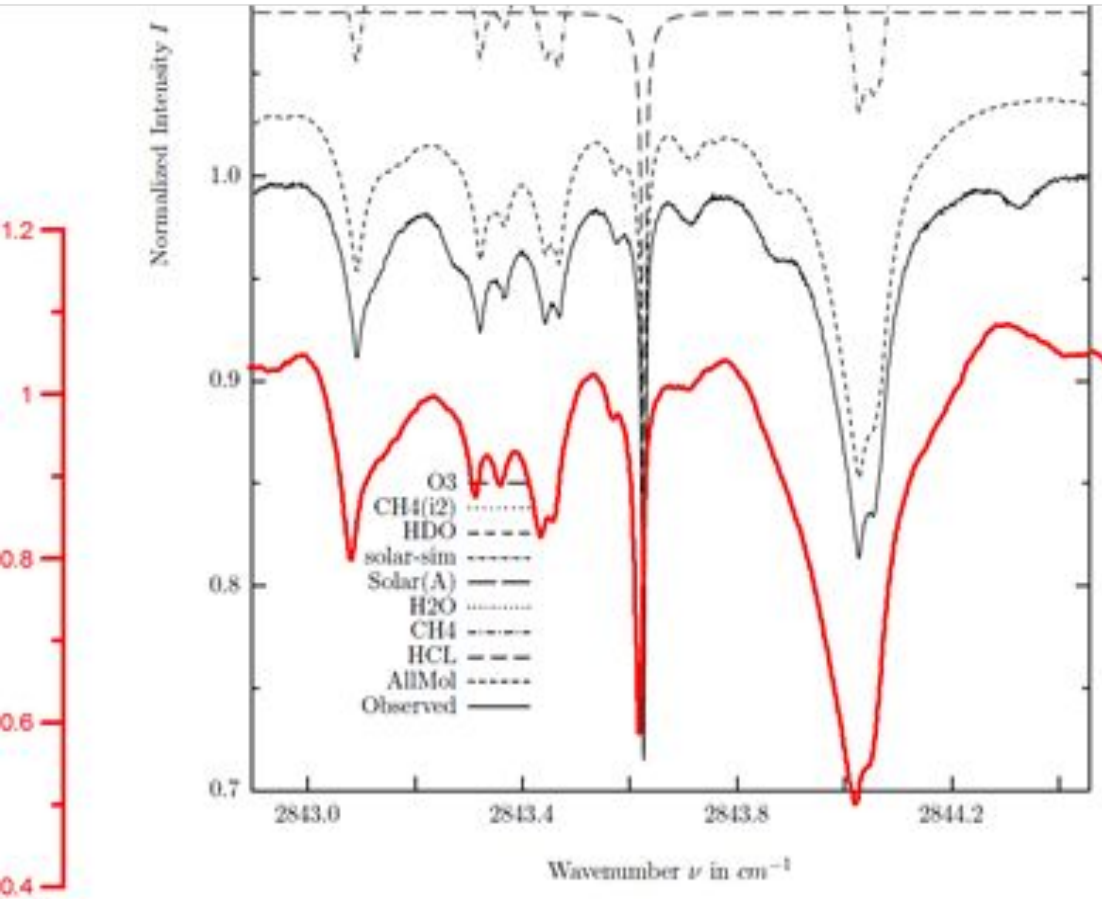
. Спектральные полосы поглощения инфракрасной радиации отдельными атмосферными газами (верхние графики) и спектральные полосы абсорбции инфракрасного излучения молекулярными компонентами атмосферы в целом

Спектральные принципы мониторинга содержания компонентов в атмосфере

Спектры от самосветящихся тел, *спектры испускания*: сплошные, линейчатые и полосатые. *Сплошные спектры* наблюдаются при разложении света, излучаемого нагретыми твердыми и жидкими телами.

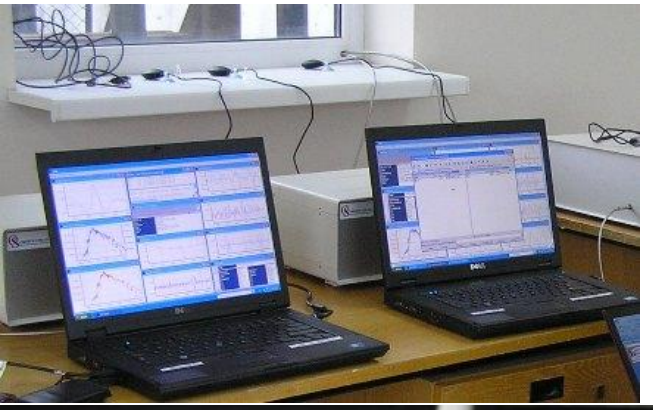
Линейчатые спектры (из узких линий разной длины волн) светящихся *атомарных газов*. Каждый химический элемент имеет свой характерный линейчатый спектр.

Полосатые спектры состоят из ряда светлых полос, разделенных темными промежутками. Они возникают при излучении *молекулярных газов*.



Комплекс высокого спектрального разрешения СПбГУ для натурных измерений в ИК области спектра со спектральным разрешением 0.0018 см$^{-1}$, позволяет измерять содержание многих газов (HCl, HF, окислы азота, фреоны, углеводороды, хлорсодержащие и т.д.), а также и их вертикальные профили [Поберовский, 2009]. Приведен пример измерений солнечного излучения в спектральном интервале (2843.0 – 2844.4 см$^{-1}$), где расположена наиболее четкая линия поглощения HCl. Красная линия –измерения, черные кривые – примеры расчетов

Спектрометры SAOZ (System d'Analyse par Observations Zenithales Лаборатории атмосферных исследований, LATMOS, Франция) **для измерения содержания озона, двуокиси азота и других малых газовых составляющих атмосферы. Спектрометр использует измерения в ультрафиолетовом и видимом диапазоне длин волн при регистрации света из зенита. Точность зенитных измерения озона не превышает 4 -5% , двуокиси азота - 5%.**



Достоинства прибора:

- **автоматизированный режим работы с внутренней калибровкой прибора по длинам волн (сравнение положения линий спектра с положением линий Фраунгофера в спектре Солнца) и с постоянной калибровкой по озону каждого спектра по отношению к опорному;**
- **исключение погрешности измерений в различные сезоны года при значительных изменениях высоты солнца над горизонтом;**
- **нечувствительность прибора к тропосферным условиям (снег, облака, туман и дождь);**
- **одновременное измерение общего содержания различных газовых составляющих атмосферы и аэрозолей.**

Спектрофотометр BREWER

производит высокоточные автоматические измерения общего содержания озона O_3, SO_2 и ультрафиолетовой радиации во всей толще атмосферы. Точность измерений общего содержания озона по прямому солнцу ±1%. В 2014 году в Долгопрудном в ЦАО был установлен спектрофотометр Brewer Mark III №222

Спектрофотометр Добсона №107

Прибор установлен в ЦАО и входит в мировую сеть NDACCПрибор установлен в ЦАО и входит в мировую сеть NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change), один из двух спектро-фотометров DOBSON на территории Российской Федерации. Данные его измерений поступают в российский банк данных, а также в мировую базу