

# 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

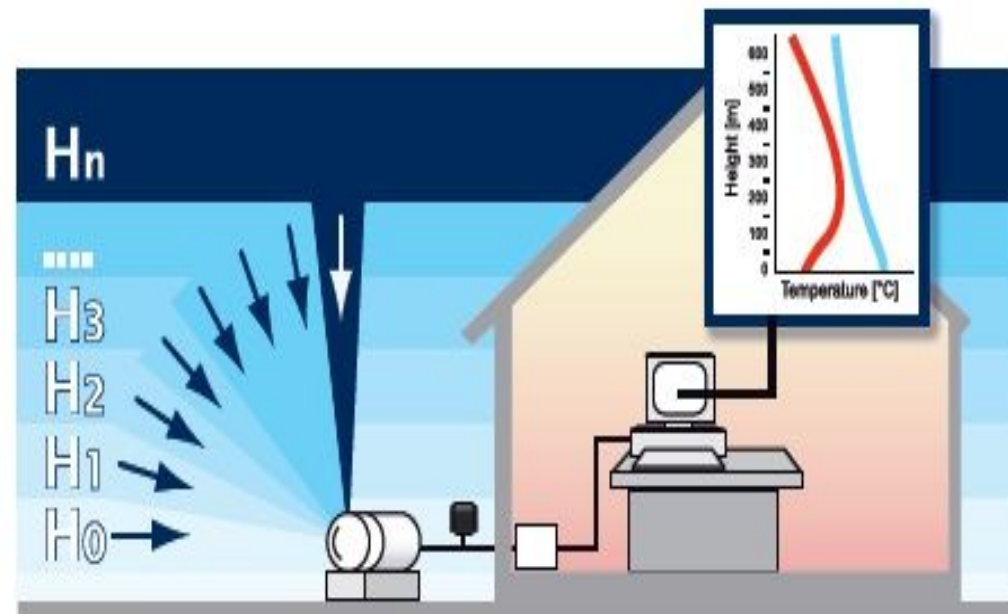
Влажность воздуха, облачность, атмосферные осадки

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  $\sim 6.5^{\circ}\text{C}$ ) 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.

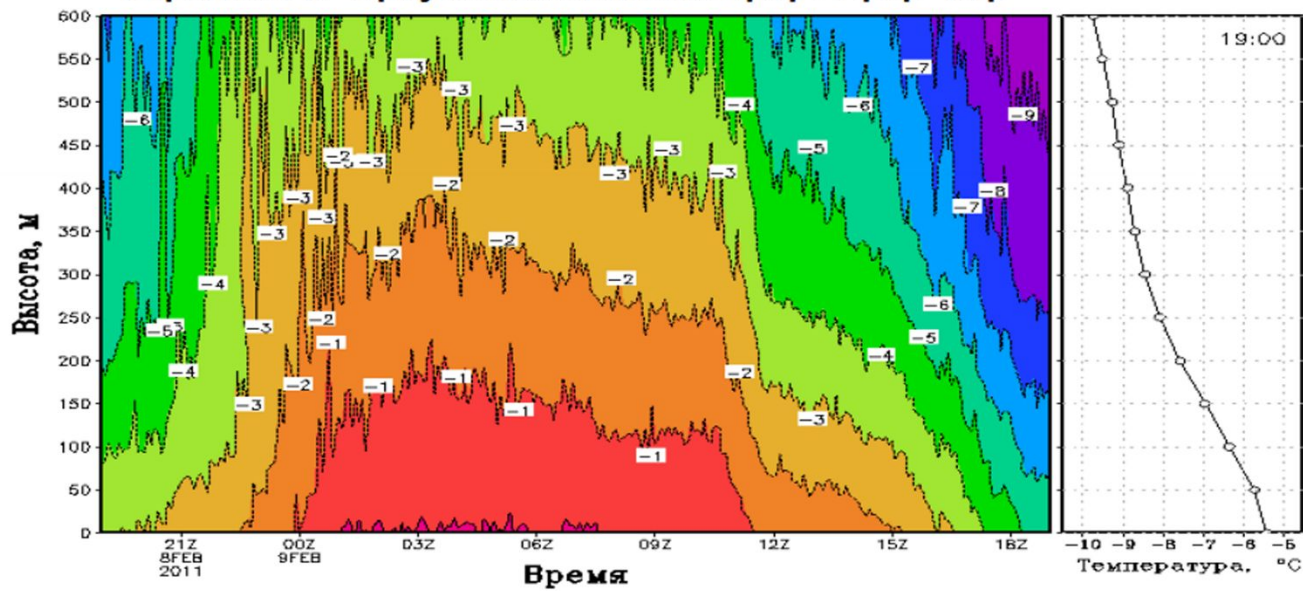


Программное обеспечение восстанавливает измеренные значения в температурные профили. Измеренные данные сохраняются и отображаются каждые 5 минут. В стандартном варианте профиль отображается с интервалом 50м

# Сканирующий радиометр с частотой около 60 ГГц МТР-5 (ООО НПО «АТТЕХ», Долгопрудный) в комплекте с автоматической метеостанцией (WXT-520, Vaisala, Финляндия)



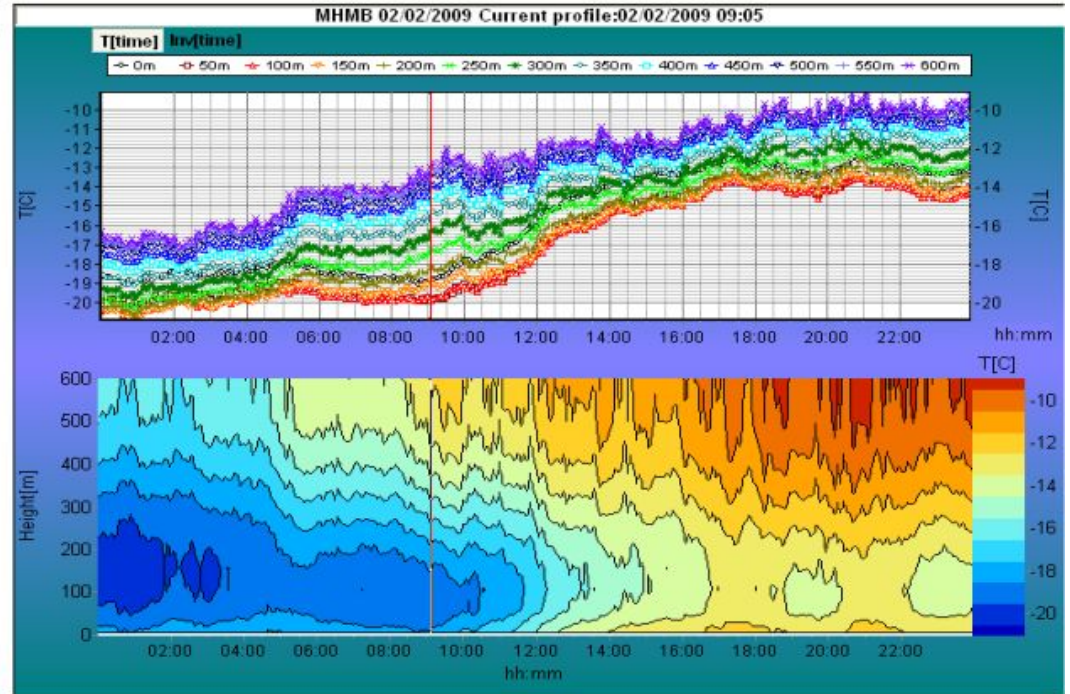
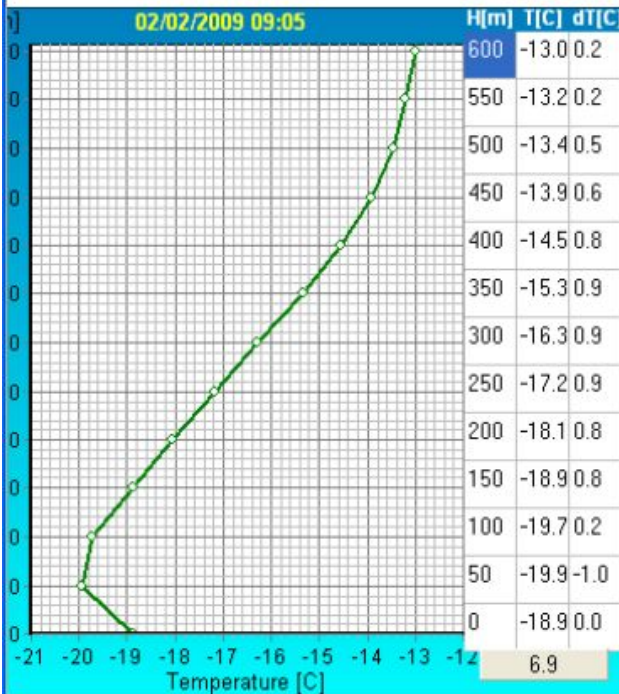
<http://atm007-3.phys.msu.ru/measure.php?equip=mtp>





# 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.



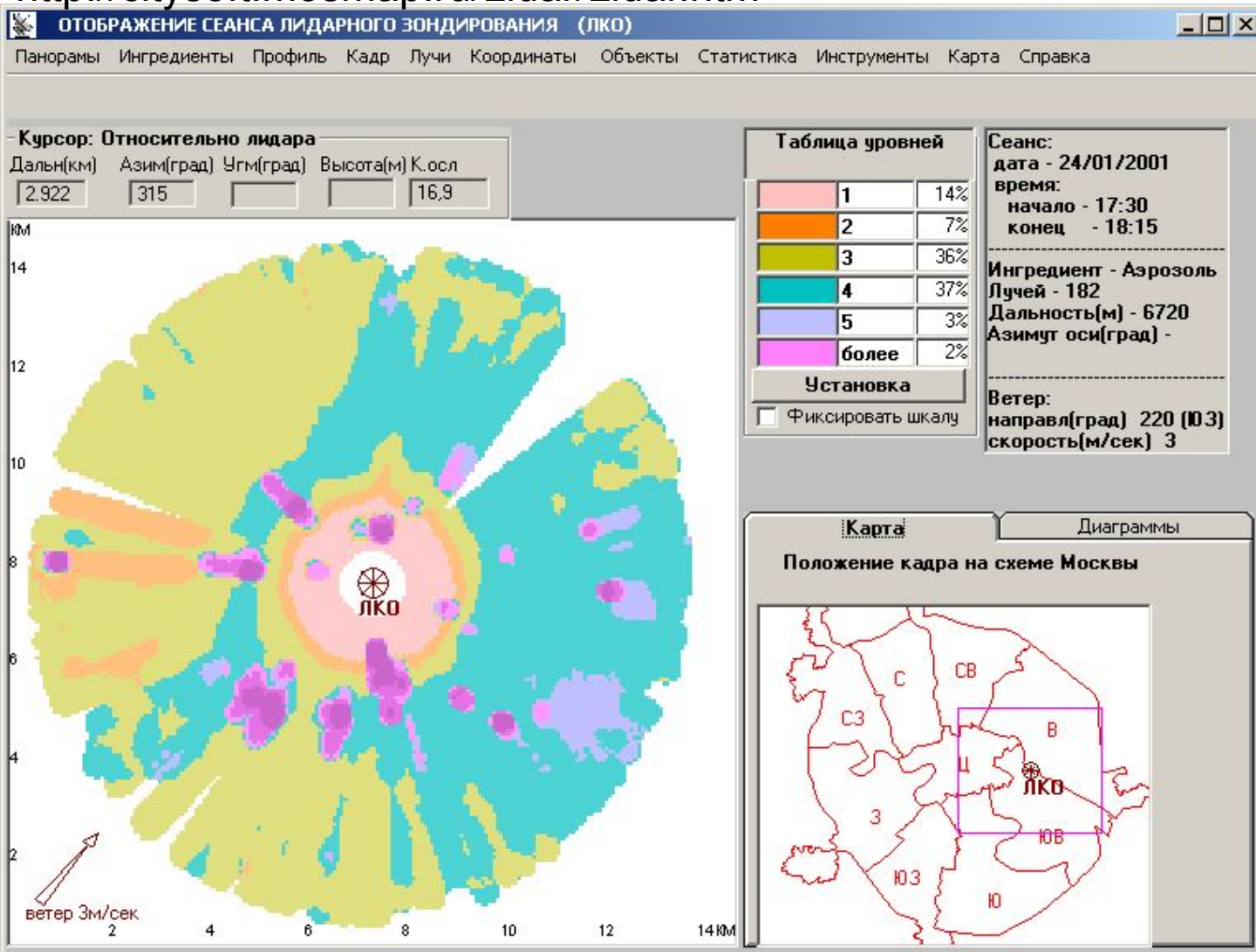
## ***Лидарный мониторинг загрязнения атмосферы***

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

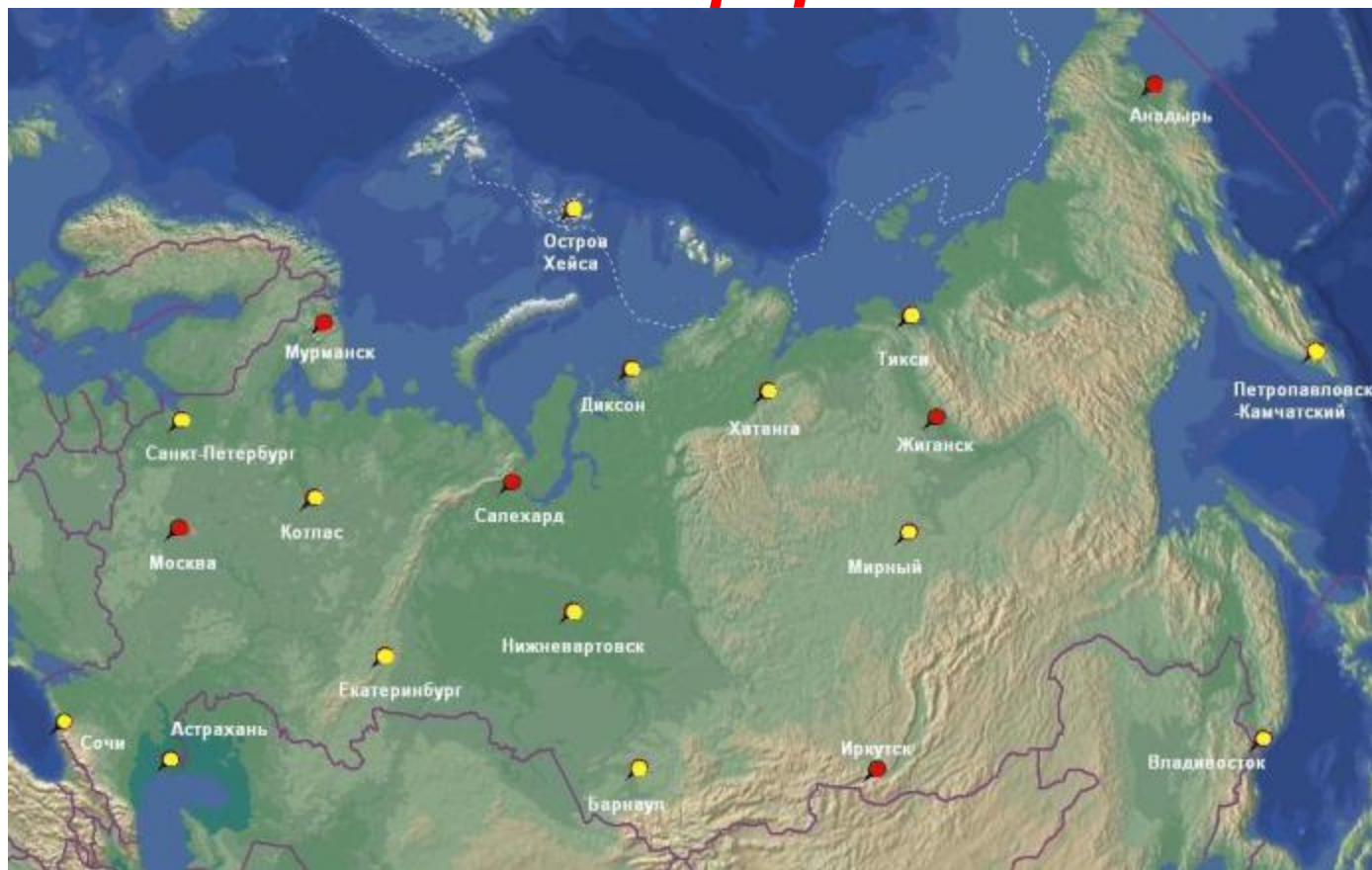
# Лидарное зондирование состояния аэрозольного загрязнения атмосферы (г. Москва).

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

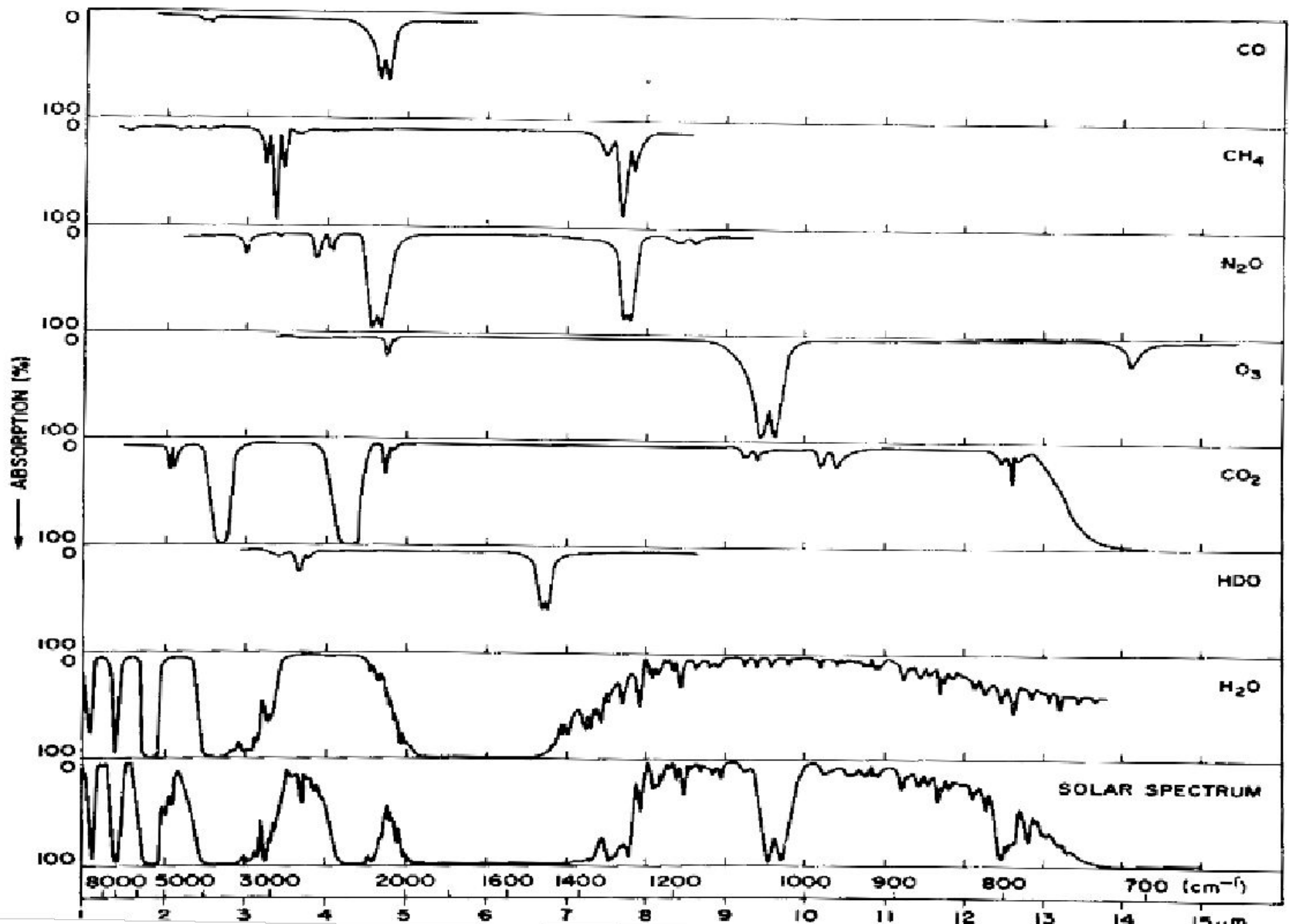




# Спектрометрии газовых компонентов атмосферы



В настоящее время спектрометрами измерения содержания **озона**, **двуокси 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

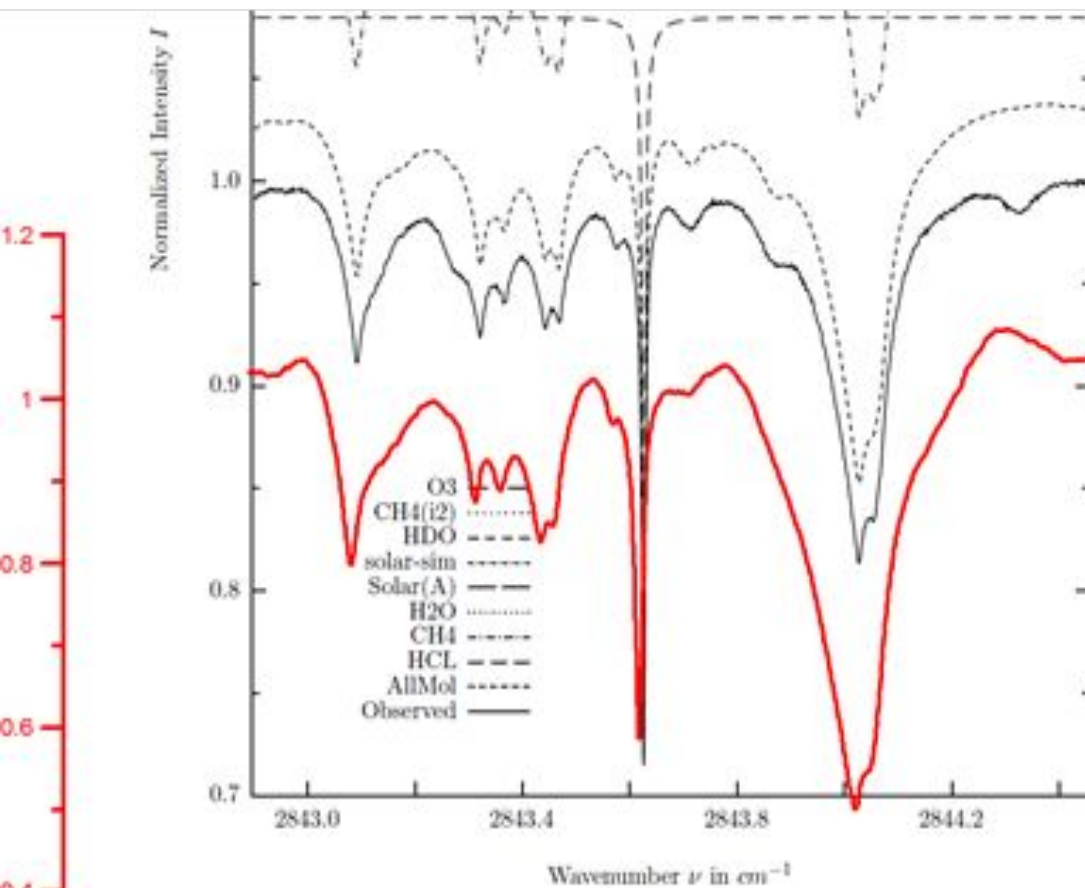


# Спектральные принципы мониторинга содержания компонентов в атмосфере

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

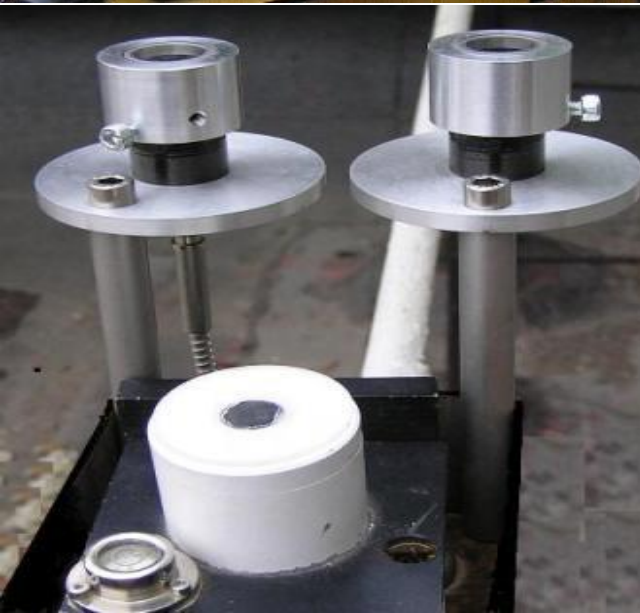
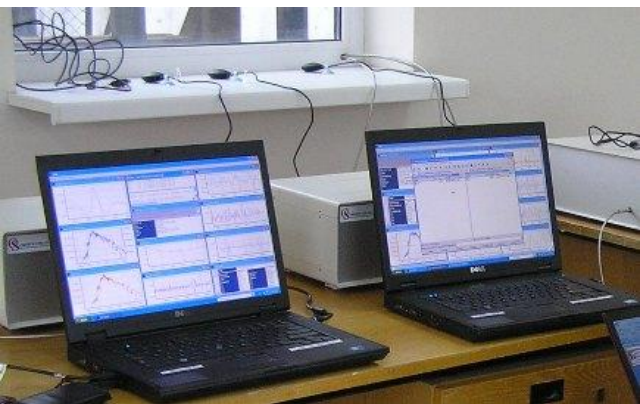
*Линейчатые спектры* (из узких линий разной длины волн) светящихся *атомарных газов*. Каждый химический элемент имеет свой характерный линейчатый спектр.

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



Комплекс высокого спектрального разрешения СПбГУ для натуральных измерений в ИК области спектра со спектральным разрешением  $0.0018 \text{ cm}^{-1}$  позволяет измерять содержание многих газов ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ , окислы азота, фреоны, углеводороды, хлорсодержащие и т.д.), а также и их вертикальные профили [Поберовский, 2009]. Приведен пример измерений солнечного излучения в спектральном интервале ( $2843.0 - 2844.4 \text{ cm}^{-1}$ ), где расположена наиболее четкая линия поглощения  $\text{HCl}$ . 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  $\pm 1\%$ . 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 NDACC Прибор установлен в ЦАО и входит в мировую сеть NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change), один из двух спектрофотометров DOBSON на территории Российской Федерации. Данные его измерений поступают в российский банк данных, а также в мировую базу