

# Нашему отделу – 30 лет

День рождения – 1 мая 1974 г

- Состав отдела в 1974 г
- - 5 лабораторий:
- ИК спектроскопии - В.И. Мороз
- ИК радиометрии и фотометрии – Л.В. Ксанфомалити
- Масс-спектрометрии –
- 
- В.Г. Истомирин
- Физико-химических исследований – Л.М. Мухин
- Планетной геологии –
- 
- К.П. Флоренский
- Состав отдела в 2004 г
- - 7 лабораторий:
- ИК спектроскопии – В.И. Мороз
- ИК радиометрии и фотометрии – Л.В. Ксанфомалити
- Масс-спектрометрии (1)
- – В.А. Кочнев
- Физико-химических исследований – М.В. Герасимов
- Оптической спектрометрии верхних атмосфер – О. И. Кораблев
- Научных исследований на малых КА – В.М. Линкин
- Масс-спектрометрии (2)–
- Е.Н. Евланов

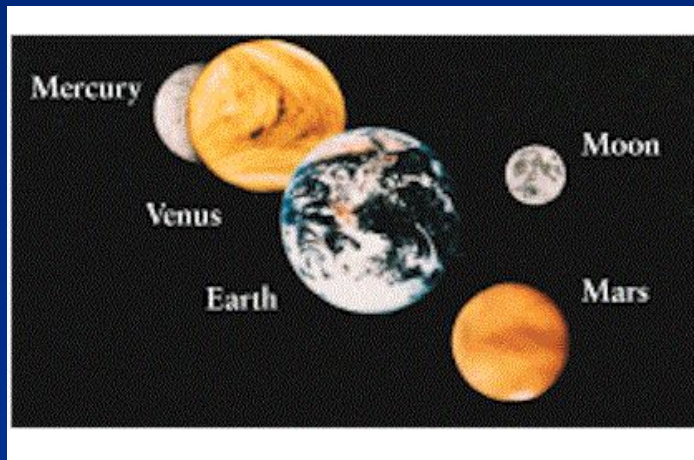


# Планетные миссии с участием нашего отдела

- Три периода:
- 1974 – 1989 Проекты Венера 9-10,
  - Венера 11-12, Венера 13-14,
  - Венера 15-16, Вега 1-2, Фобос
  - - 6 успешных миссий
- 1989 – 1998 Проекты Марс 96, Mars Climate Orbiter, Mars Polar Lander
  - - все 3 неудачные
- 1999-2004 Проекты Mars Express, Mars Exploration Rovers - оба успешные
- После 1996 г национальных проектов не было



# экспериментальные исследования (при помощи научных приборов на космических аппаратах)



(1) атмосфер и климата планет земной группы (Венера и Марс)



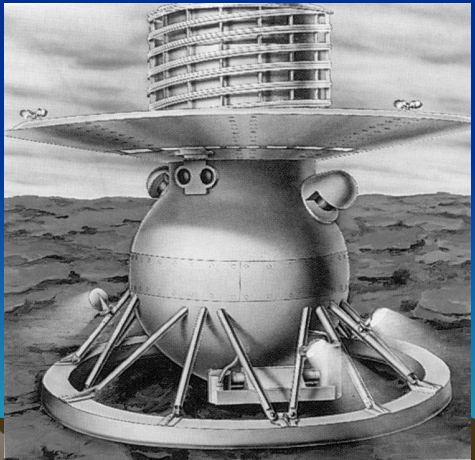
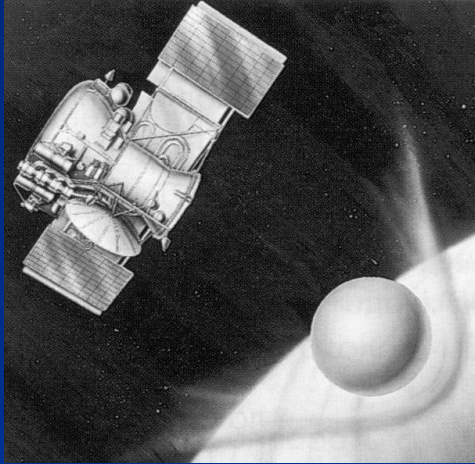
(2) физических характеристик малых тел ( комета Галлея и Фобос)

# Основные экспериментальные методы

- Прямые измерения  $T$ ,  $P$ ,  $w$  – В. М. Линкин
- Доплеровские измерения  $w$  – [В.В. Кержанович]
- 
- Масс-спектрометрия – | В. Г. Истомирин |,  
В.А. Кочнев, Е. Н. Евланов
- Газовая хроматография – [Л.М. Мухин]
- Рентгено-радиометрический анализ –
- 
- | Б.М. Андрейчиков | , М. В. Герасимов
- Оптическая спектрометрия – В.И. Мороз,  
[В.А. Краснопольский], О.И. Кораблев
- ИК-радиометрия, фотометрия ; измерения НЧ–излучения -  
Л.В. Ксанфомалити
- 



# 1975: *Венера 9 и 10* – первая миссия к планете Венера под руководством ИКИ как головной организации по научной программе проекта



- Впервые КА к Венере был запущен на Протоне.
- После сближения с планетой от КА отделялись посадочные аппараты. Они получили панорамы места посадки.
- Оставшиеся части КА стали первыми в мире искусственными спутниками Венеры. Они служили ретрансляторами для посадочных аппаратов.

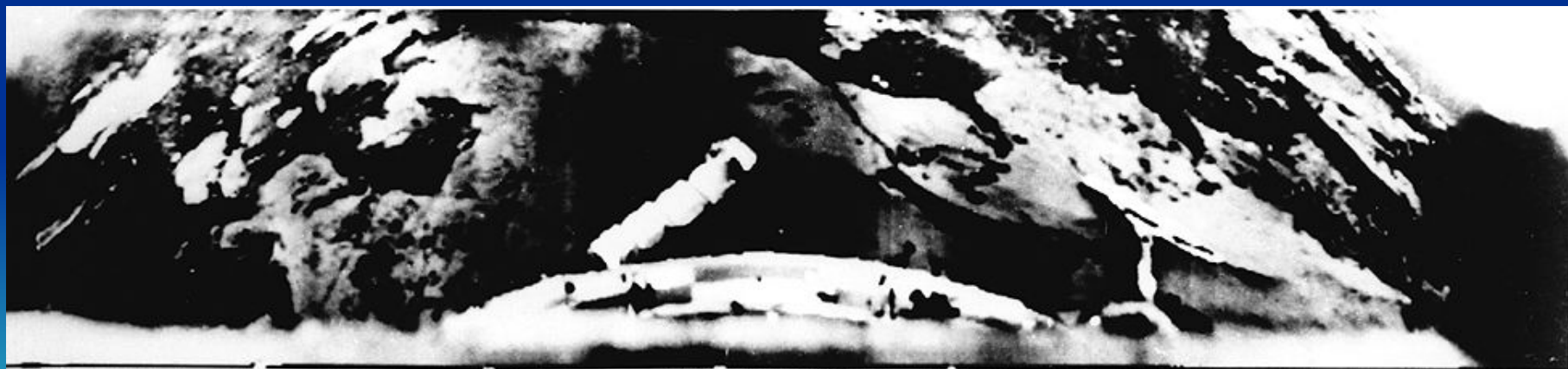


# 1975 - Венера 9 и 10: панорамы



ВЕНЕРА-9 22.10.1975

ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР 28.2.1976



ВЕНЕРА-10 25.10.1975

ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР 28.2.1976

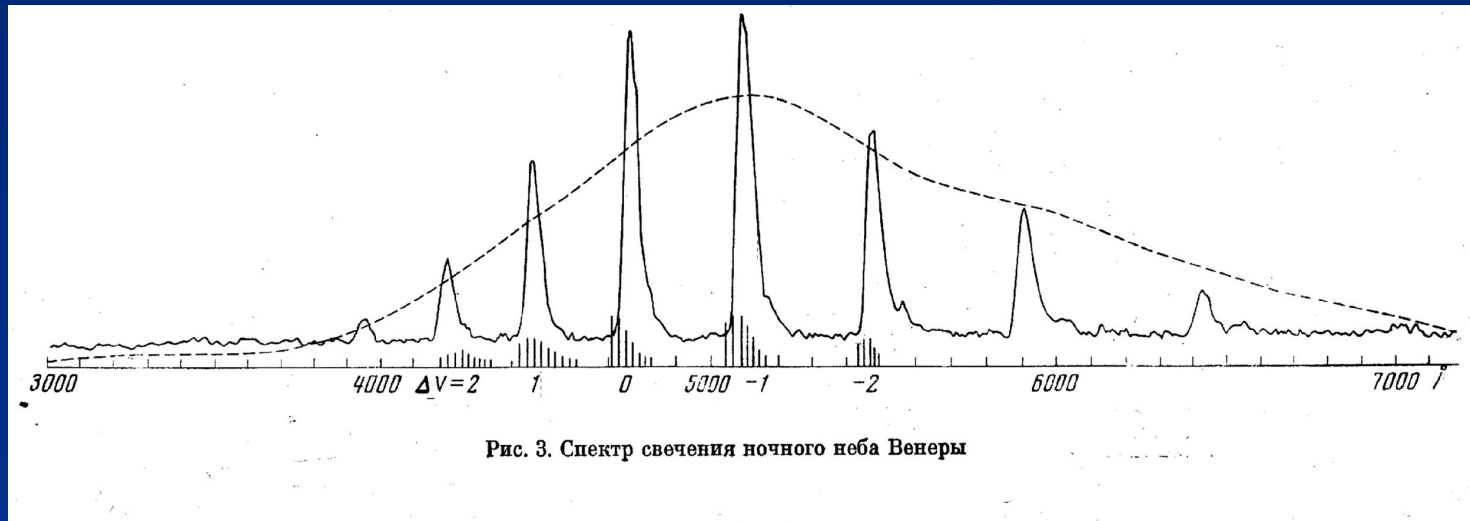
1975 – впервые измерена освещенность поверхности Венеры на дневной стороне (Б.Е. Мошкин, А.П.Экономов и др.)

- Все предшествующие посадочные аппараты садились на ночной стороне (этого требовала геометрия посадки; только В8 села у терминатора).
- В результате этих и последующих (1978 и 1982 гг измерений найдено, что отношение глобально усредненных потоков у поверхности и верхней границы атмосферы = 0.11. Получена базовая цифра для расчетов парникового эффекта.

- 



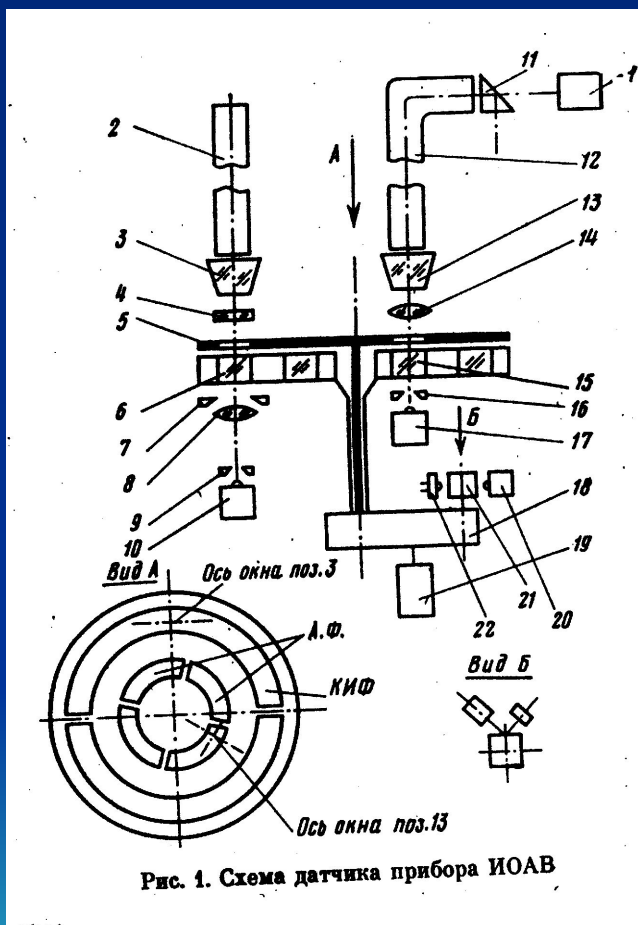
# 1975 г.: впервые получены спектры свечения ночного неба Венеры (В.А. Краснополюский и др.)



- Это полосы O<sub>2</sub>, которые возбуждаются в
- атмосфере только при малых количествах кислорода. Ранее о существовании таких полос не было известно.



# 1978 г: *Венера-11,12*. Спектрофотометр ИОАВ (Мороз, Мошкин, Парфентьев, Санько, Экономов)

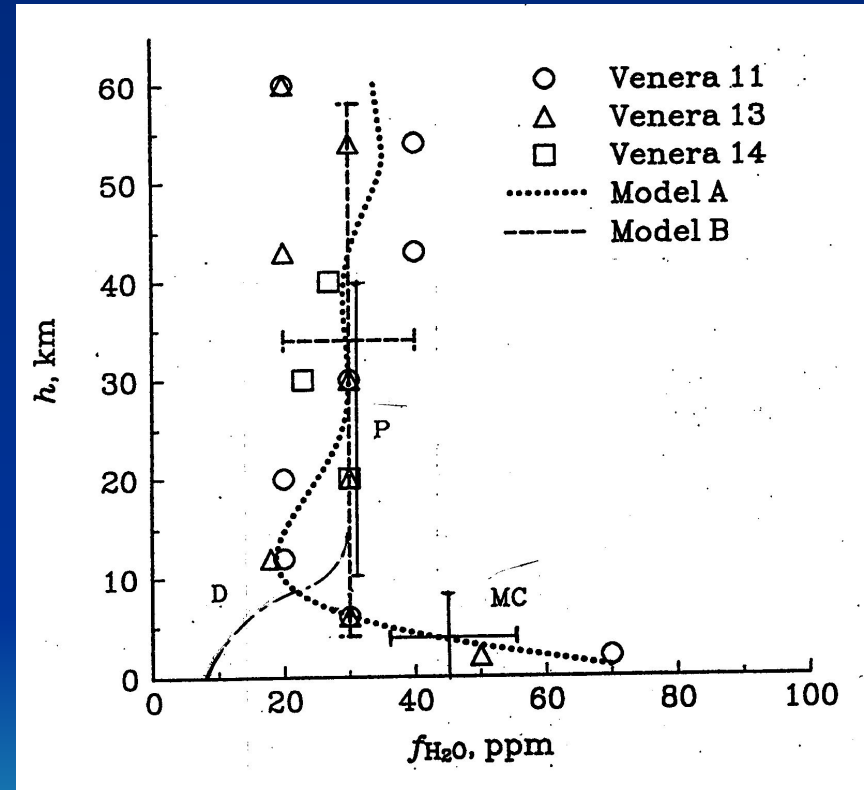
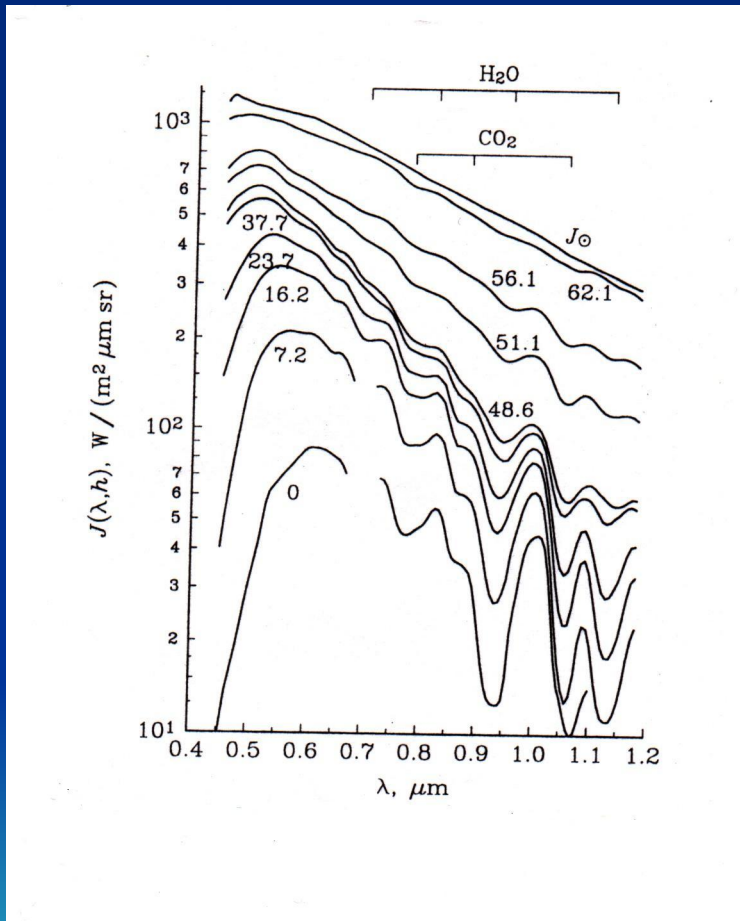


Маленький спускаемый аппарат, прикрепленный к основному.

- (1) Спектр излучения, приходящего сверху (из области зенита) в диапазоне 0,44 – 1.2 мкм.
- (2) Потоки сверху и снизу в 4-х участках спектра).

Развертка спектра при помощи кругового клинового интерференционного фильтра.

1978 г. **Венера-11,12**. Спектрофотометр ИОАВ. Слева – примеры спектров. Справа – профиль H<sub>2</sub>O (Игнатъев и др, 1997)



1978 г, *Венера-11,12* и 1983 г, *Венера-13-14*.

Масс –спектрометр

(Истомин, Гречнев, Кочнев и др.)

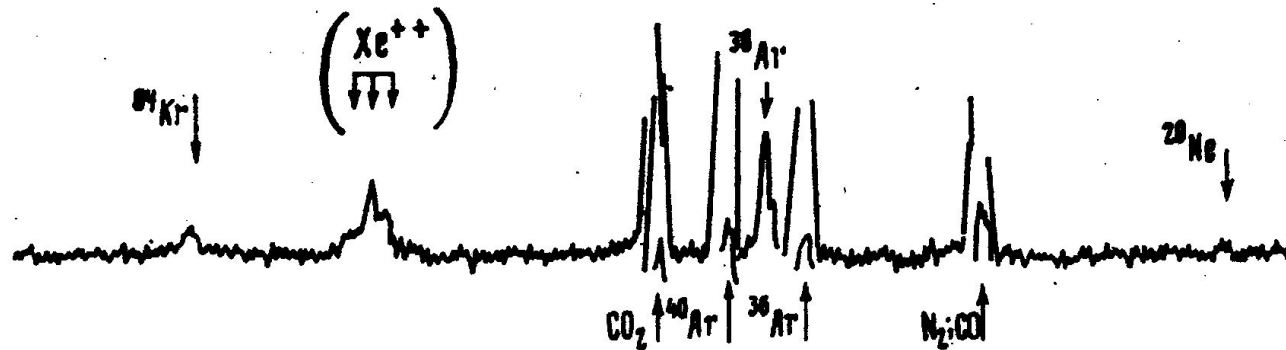


Рис. 2. Фрагмент масс-спектра в области 20–105 а.е.м., полученного в режиме анализа инертных газов с повышенной чувствительностью («Венера-11») Хорошо видны пики изотопов аргона, ясно, что изотопный состав аргона резко «аномален». На пределе чувствительности видны масс-пики неона-20 и криптона-84

- Оригинальная система напуска (микроклапан) была более совершенной, чем в аналогичном американском эксперименте на аппарате Пионер Венера.
- Оба эксперимента показали резкую аномалию отношения изотопов аргона 36 и 40.
- Изотопы неона удалось измерить только в нашем эксперименте.

1978 г, Венера-12 и 1983 г., Венера-13,14. Газовый хроматограф (Мухин, Ненароков, Гельман др.). Измерено содержание CO и других малых составляющих в нижней атмосфере.

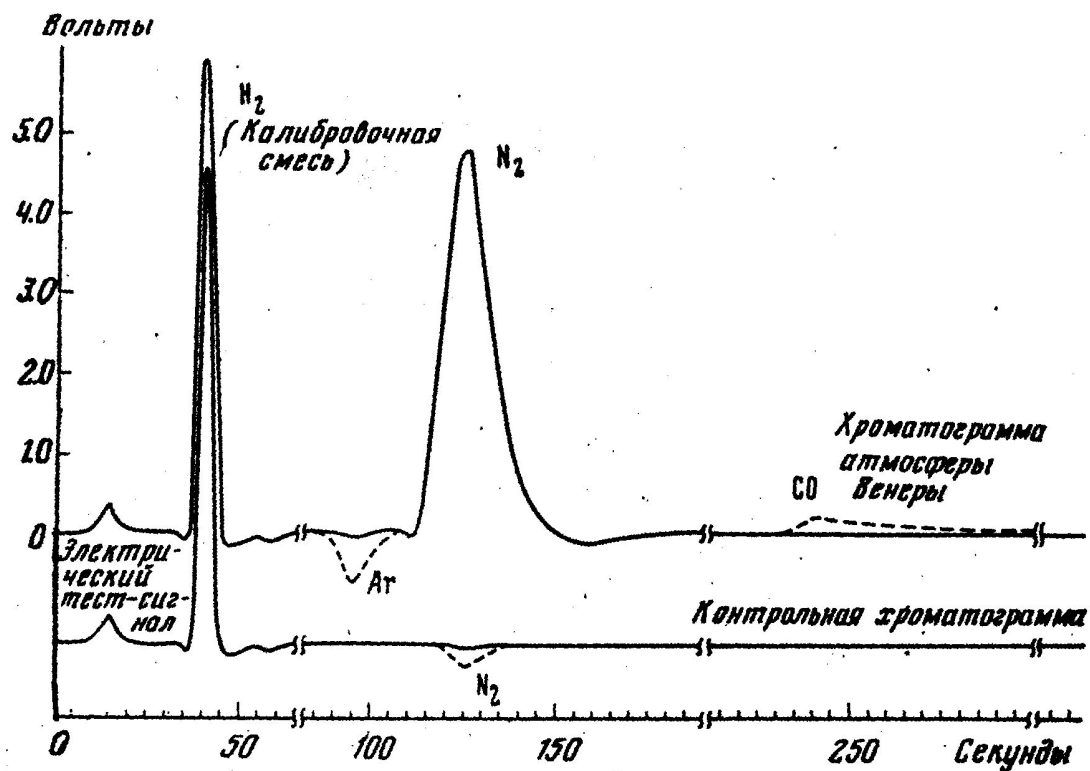
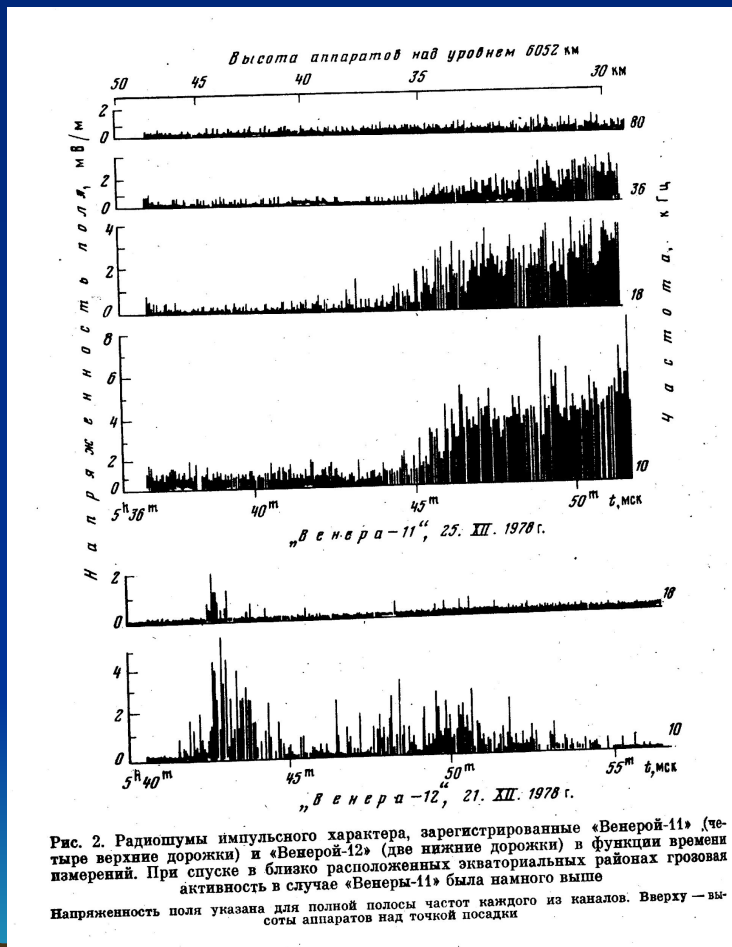


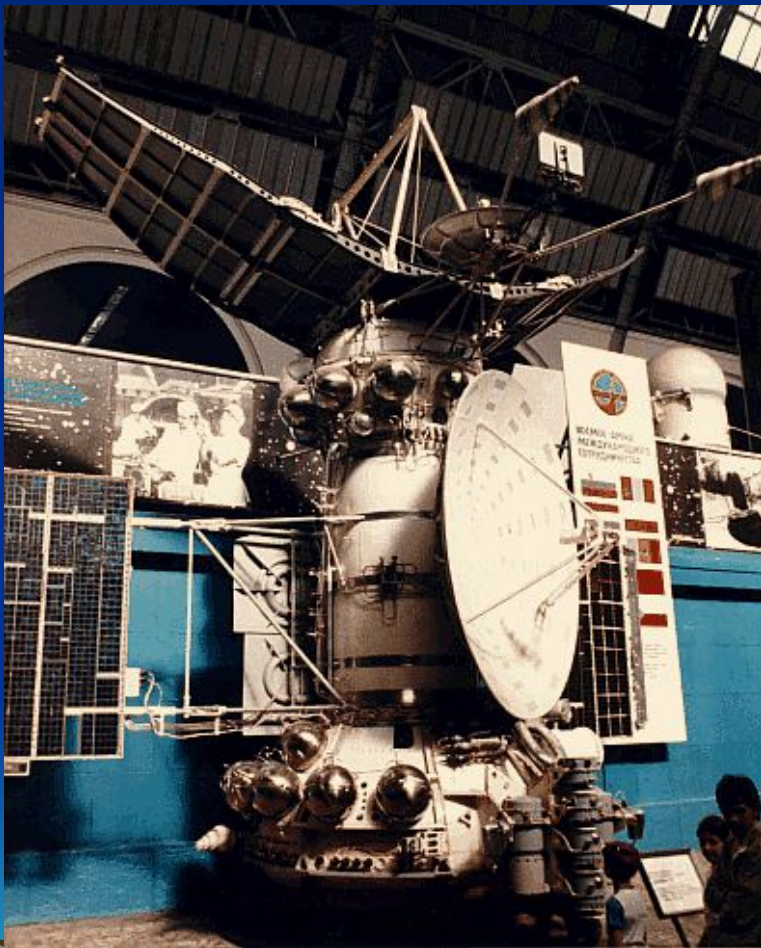
Рис. 2. Хроматограммы второго детектора

# 1978 г. В-11,12 и 1983 г.,В-13-14 : эксперимент «Гроза» - Л.В. Ксанфомалити и др.



- Первые измерения электрической активности на другой планете.
- Интерпретация вначале связывалась с облаками, а позднее с действующими вулканами

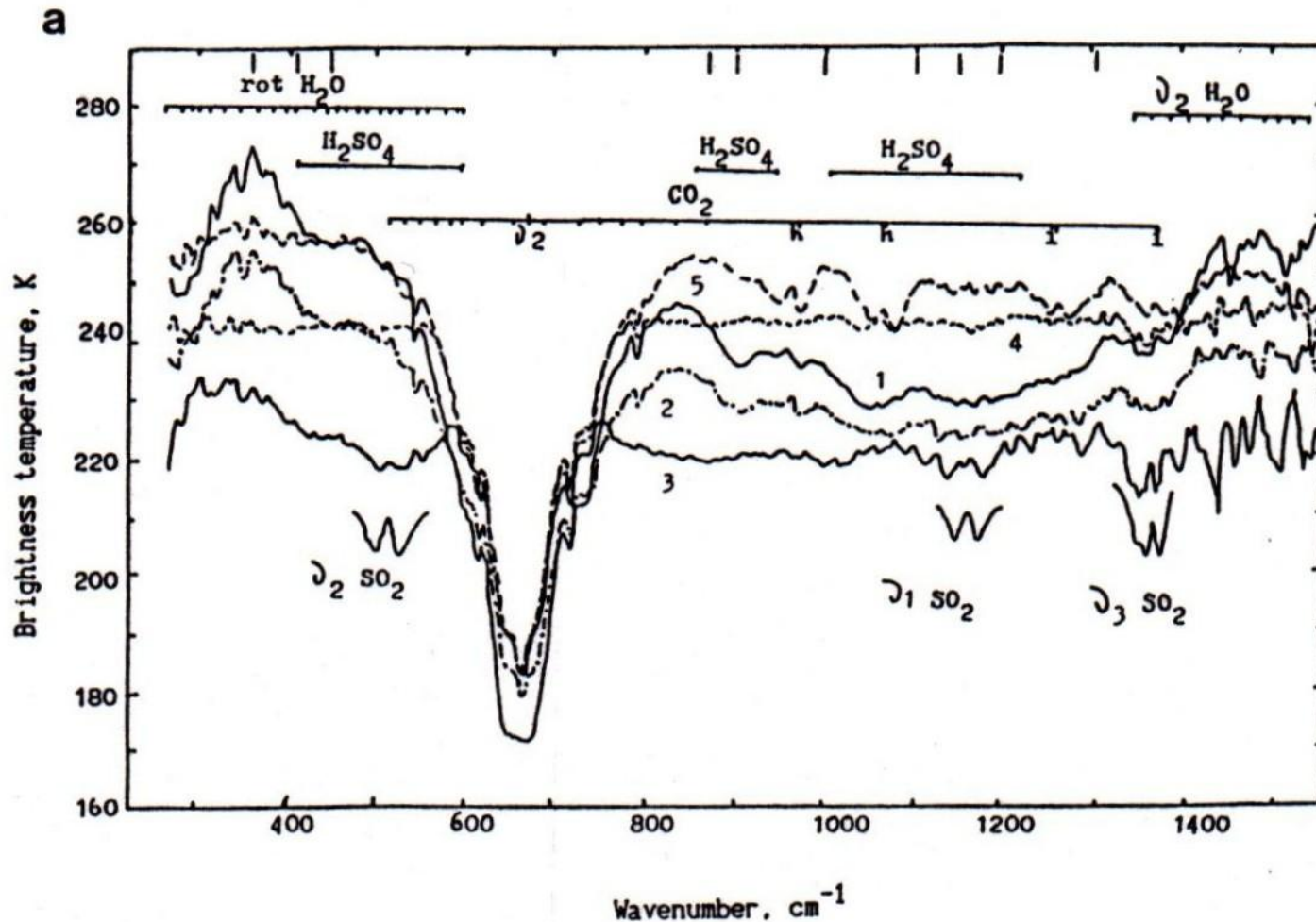
# 1983 г. : КА *Венера 15*



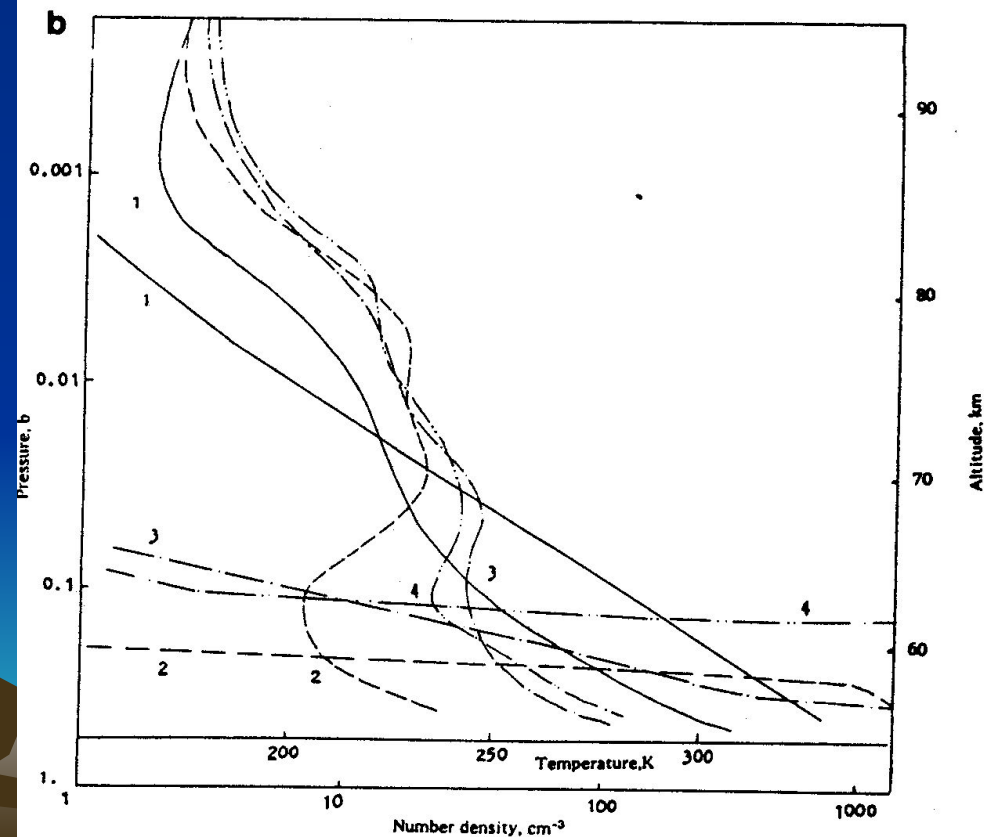
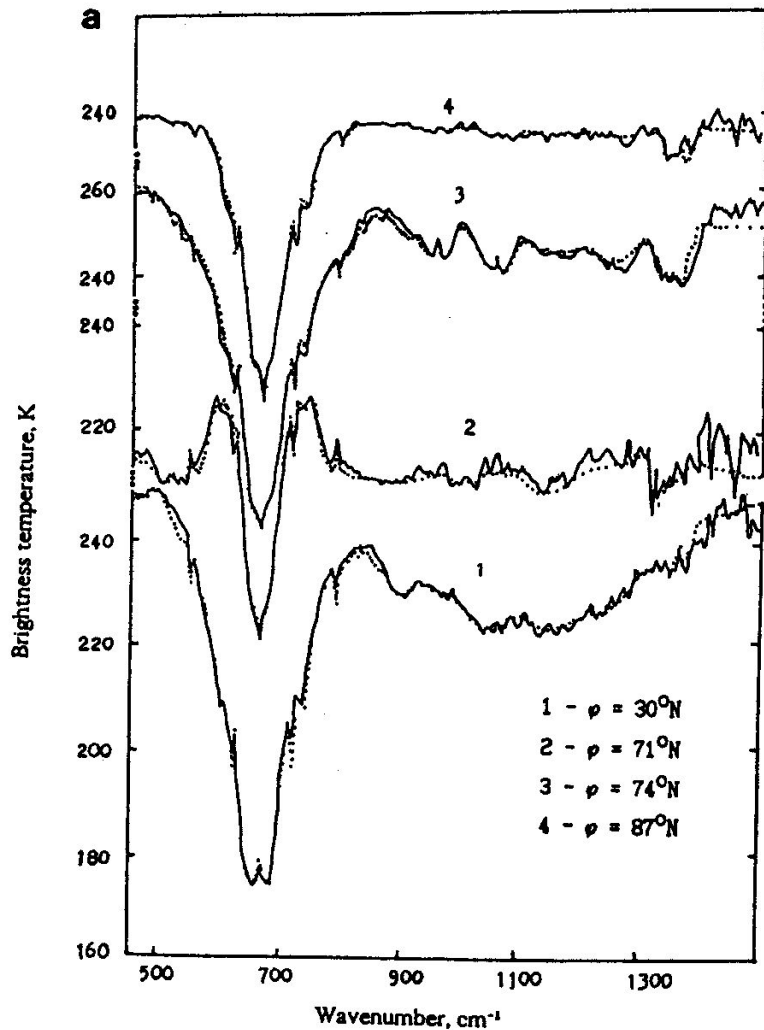
- Основной эксперимент – радиолокатор бокового обзора (ИРЭ АР СССР)
- Дополнительный эксперимент - фурье спектрометр (ИКИ АН СССР+ИКИ АН ГДР)



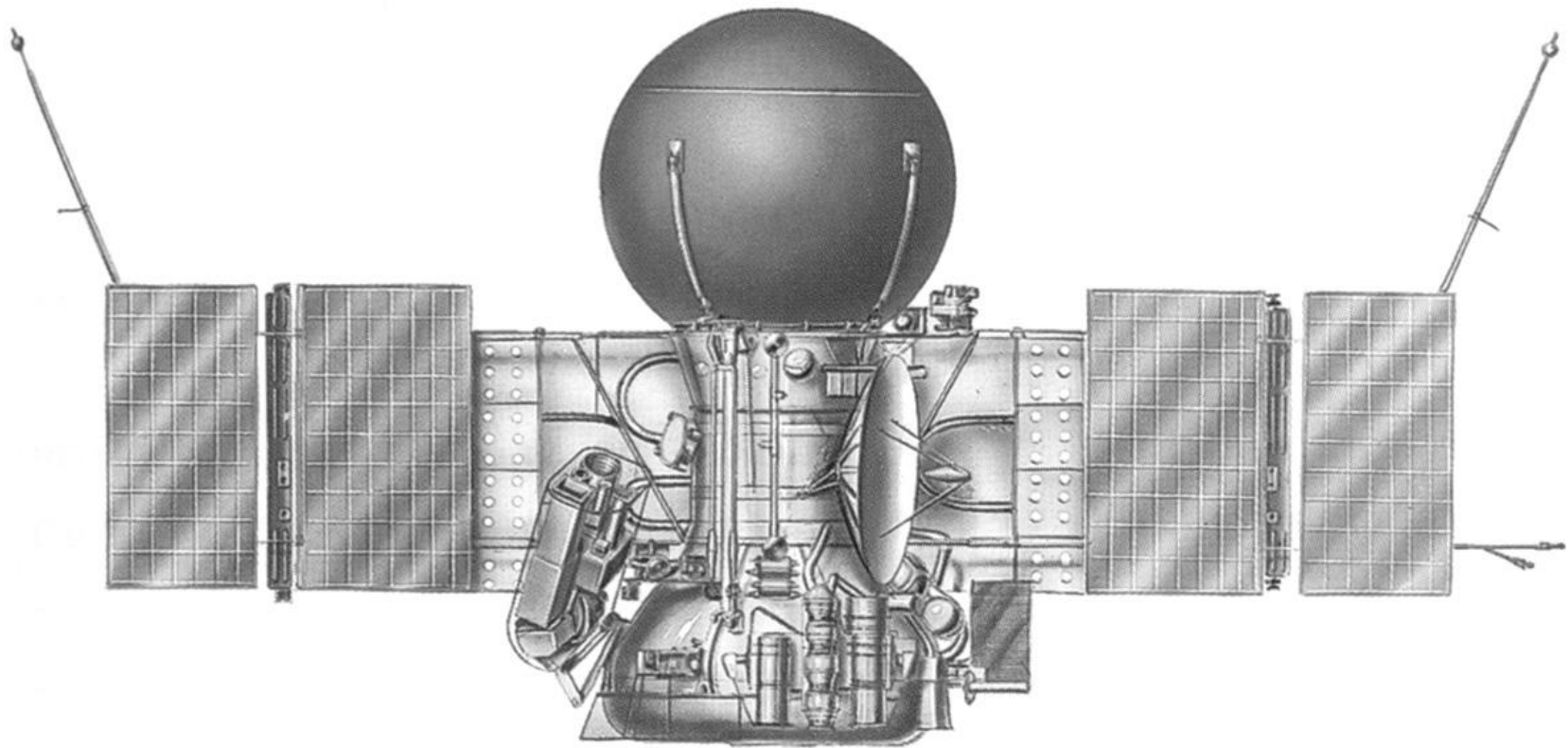
1983 г.: *Венера-15*, фурье-спектрометр (Эртель, Мороз, Линкин и др.) Спектры уходящего теплового излучения Венеры – уникальный наблюдательный материал



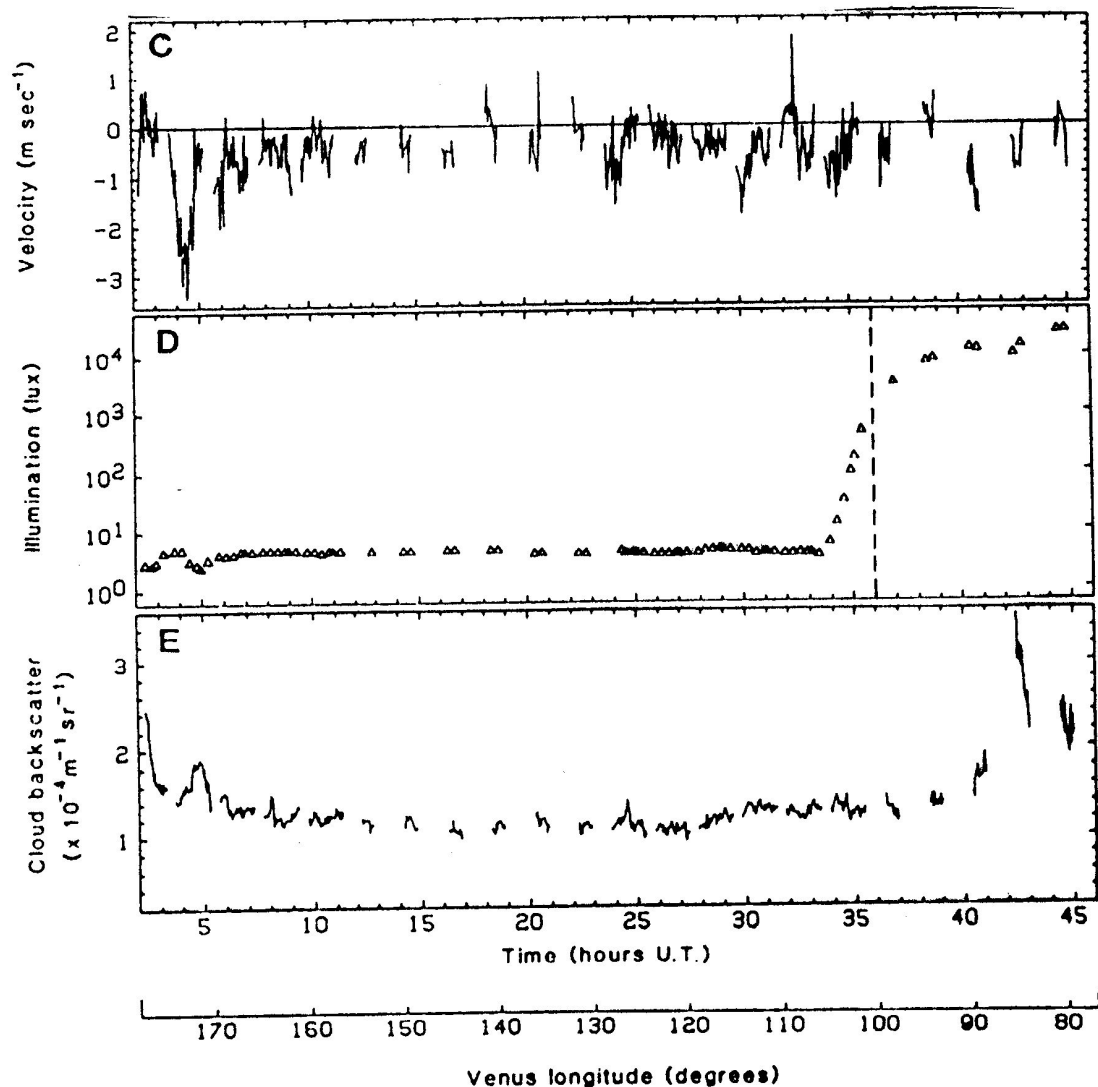
# Фурье-спектрометр на *Венере-15*: примеры индивидуальных спектров и найденных по ним вертикальных профилей температуры и концентрации аэрозольных частиц



**1985-1986: КА Вега 1 и 2. Миссия состояла из 3 частей: ПА, АЗ, кометный зонд. Широкое привлечение международной кооперации. Научный руководитель - Р.З. Сагдеев**



**Вега-1 и 2 (1985 г.): аэростаты в атмосфере Венеры.  
Уникальный эксперимент, не получивший продолжения.  
Венера становится забытой планетой.**



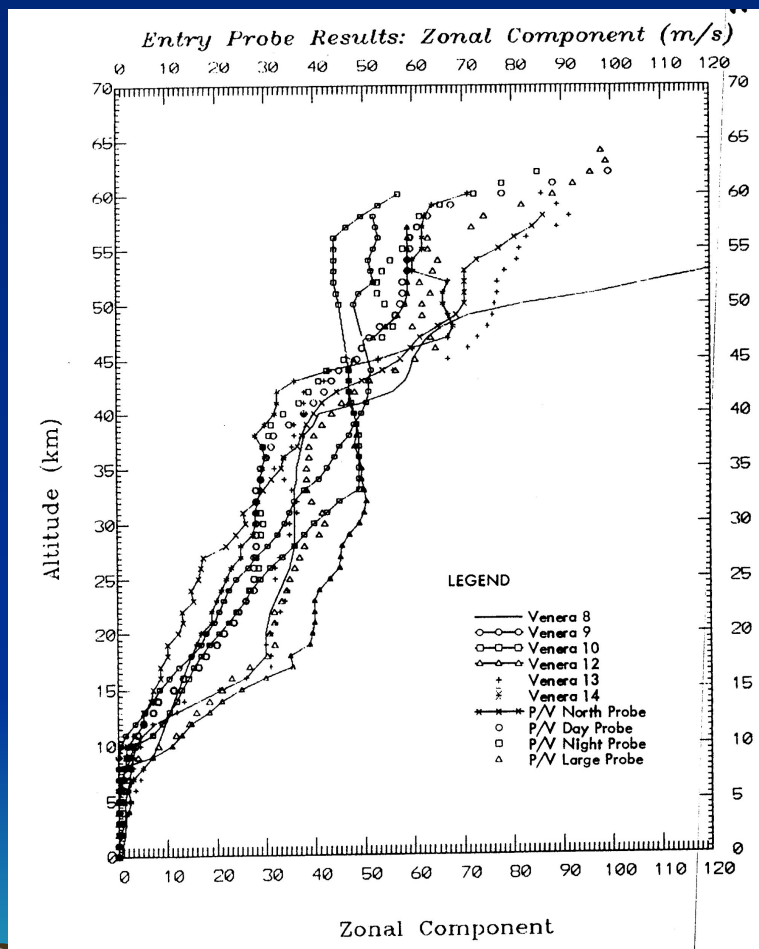
Впервые проведены измерения T, P, w, оптической плотности облаков на горизонтальной трассе

Впервые измерены пульсации скорости вертикального ветра (конвективные движения)

Обнаружено ночное свечение атмосферы в ближнем ИК-диапазоне («планковский хвост» теплового излучения).

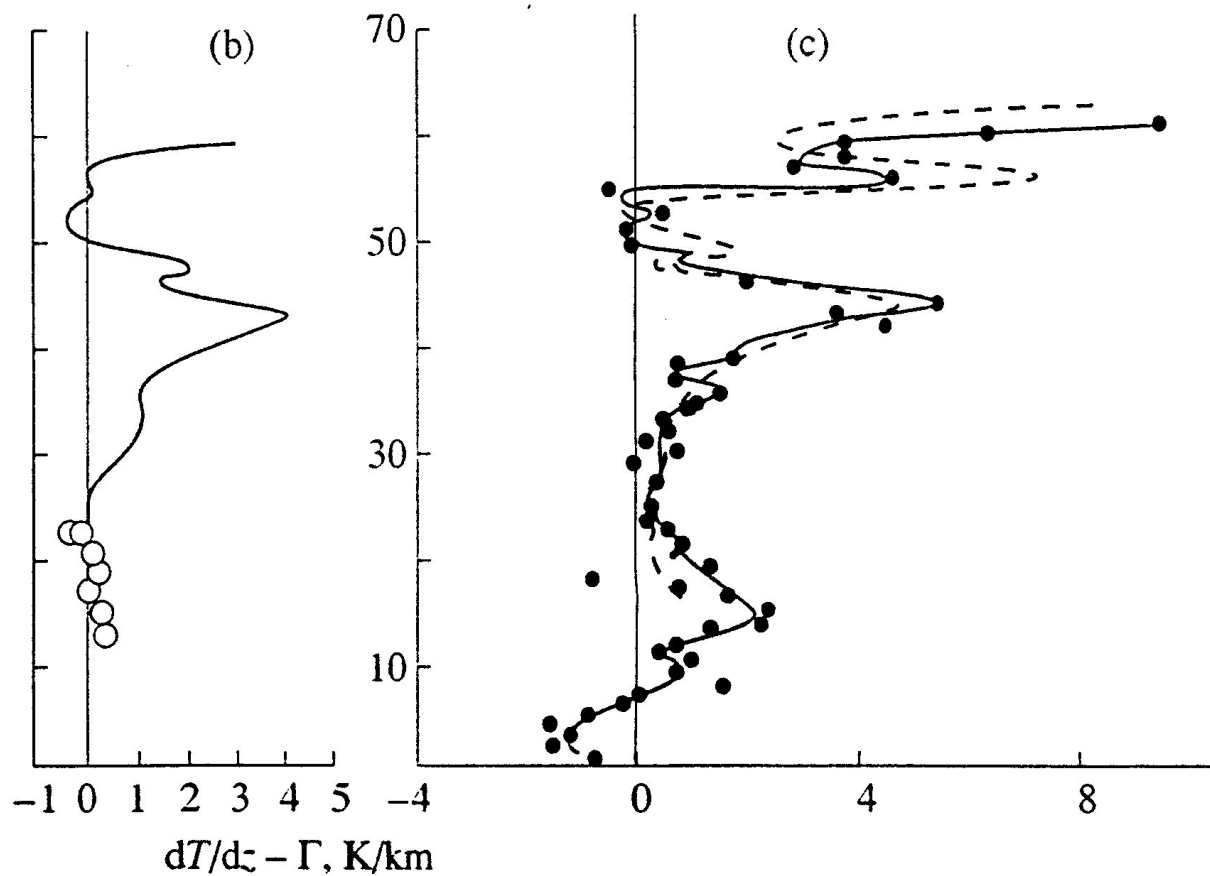
*Это излучение проходит через облака в «окнах» между полосами  $\text{CO}_2$ , и спектр его содержит информацию о малых составляющих*

# Доплеровские измерения вертикального профиля скорости ветра на Венере-8,9,10,11,12,13,Вега 1и 2



- Метод был предложен Кержановичем в 1972 г, и с тех пор
- применялся на всех советских и американских СА .

# 1985 г., СА *Вега 2*: профиль Т (Линкин, Липатов, Кержанович и др.)





# 1985 - Состав облаков Венеры – там не только серная кислота (Б.М. Андрейчиков и др.)

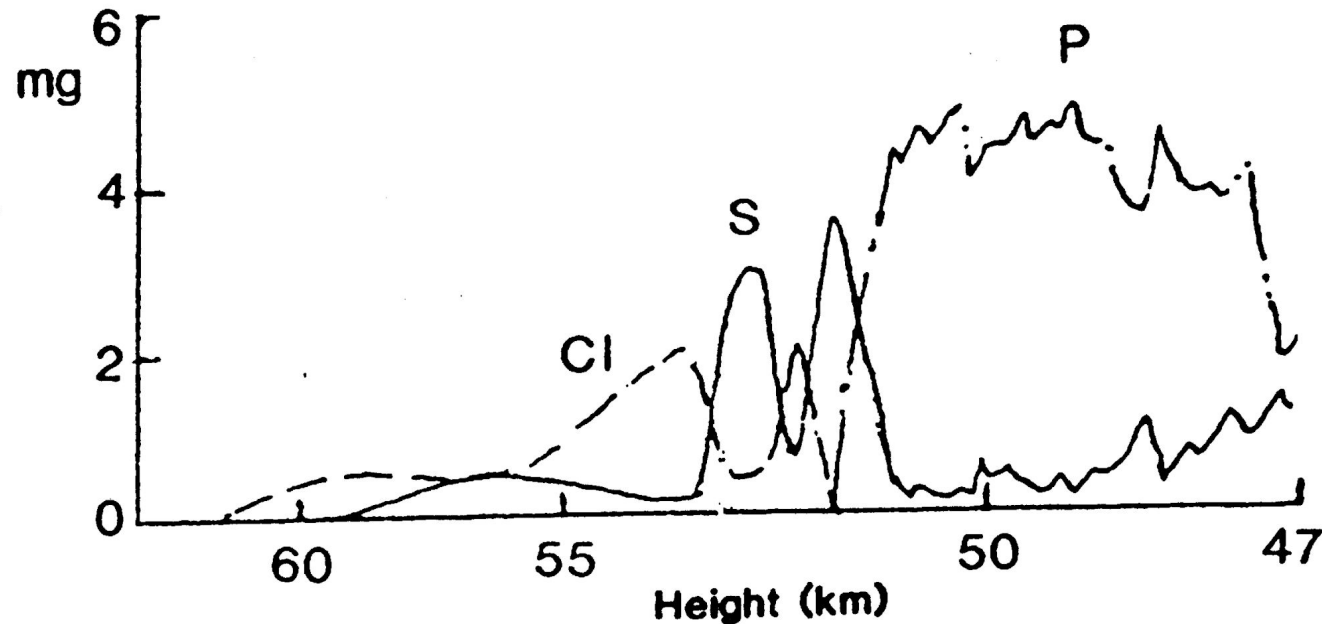
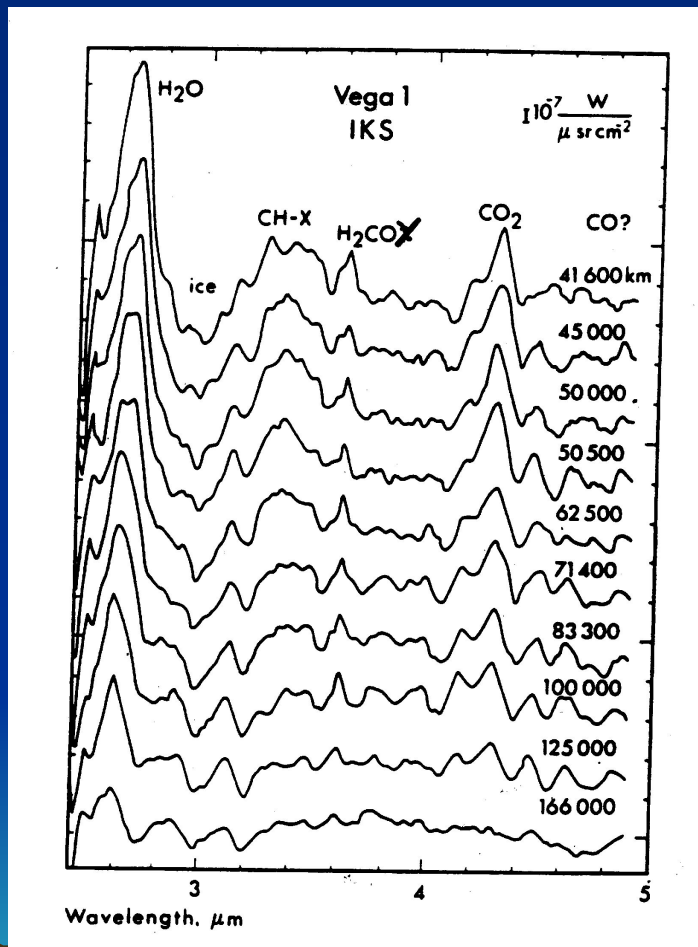


Fig. 5 . Curves showing the collection of sulphur, chlorine and phosphorus on the aerosol filter of IFP instrument on VEGA 2 landing probe (Andreychikov et al.,1987).

# 1986 – кометные зонды *Vega 1* и *2*, пролет через кому кометы Галлея



- Эксперимент – ИКС, ИК-спектры внутренней комы кометы Галлея (Комб, Энкреназ, Мороз, Григорьев и др.)
- Обнаружены полосы излучения «родительских молекул» -  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$ , органики

# 1986 – кометные зонды *Vega 1 и 2*, пролет через кому кометы Галлея

- ПУМА – пылеударный масс-спектрометр (Сагдеев, Евланов, Зубков и др.)
- Обнаружено большое разнообразие состава кометных пылевых частиц:
- Лед  $H_2O$ , органика, силикаты, металлы

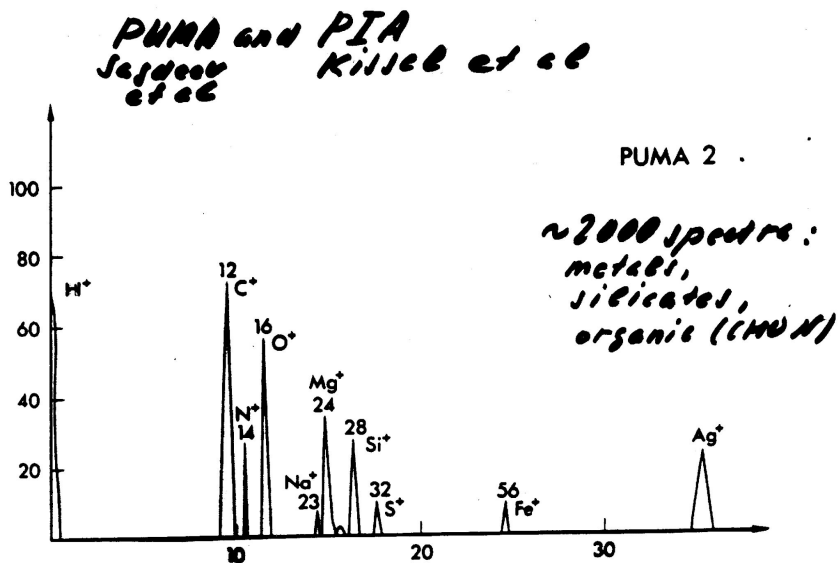
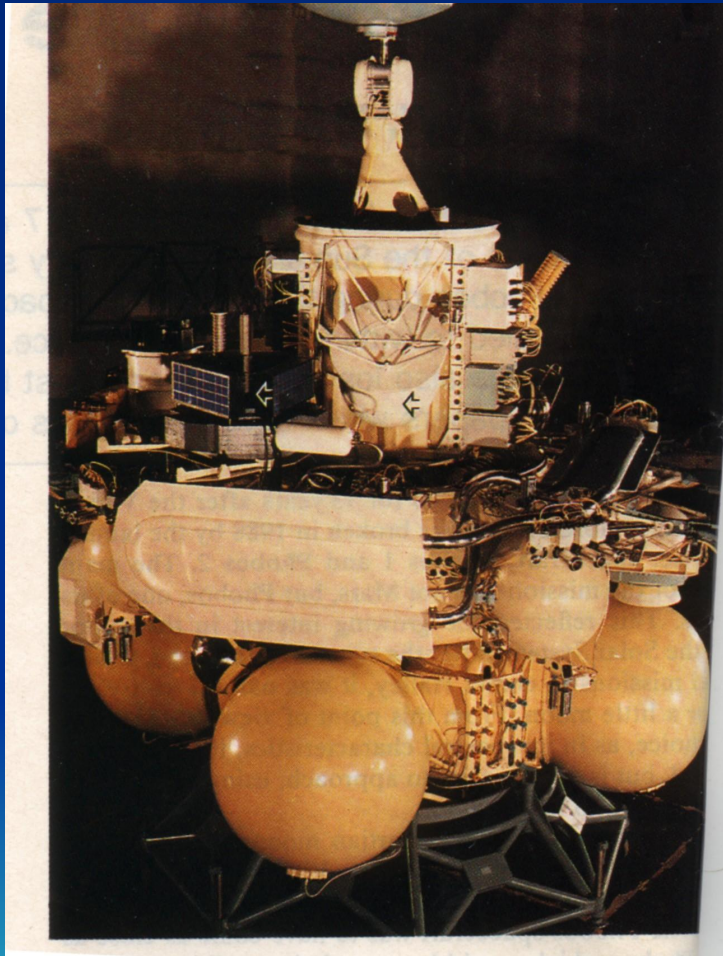


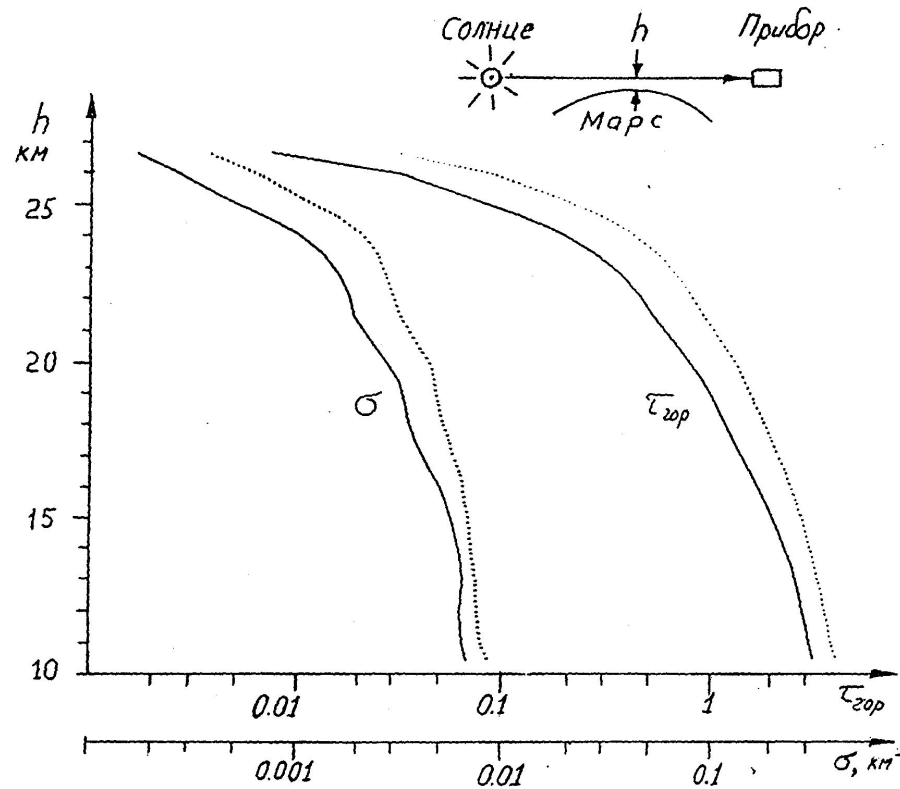
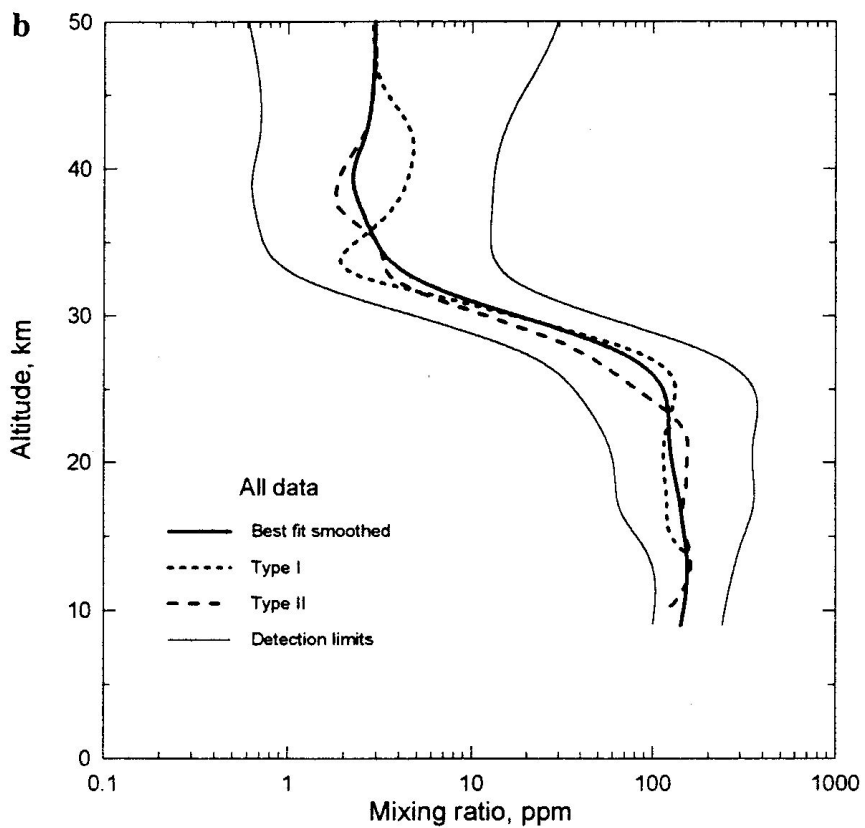
Figure 9: One of the mass-spectra obtained by the particle impact mass-spectrometer PUMA on Vega-2. This example shows that a complicated mixture of silicate, metallic and organic material is present in some cometary particles.

# 1989 г.: *Фобос* – космический аппарат нового поколения

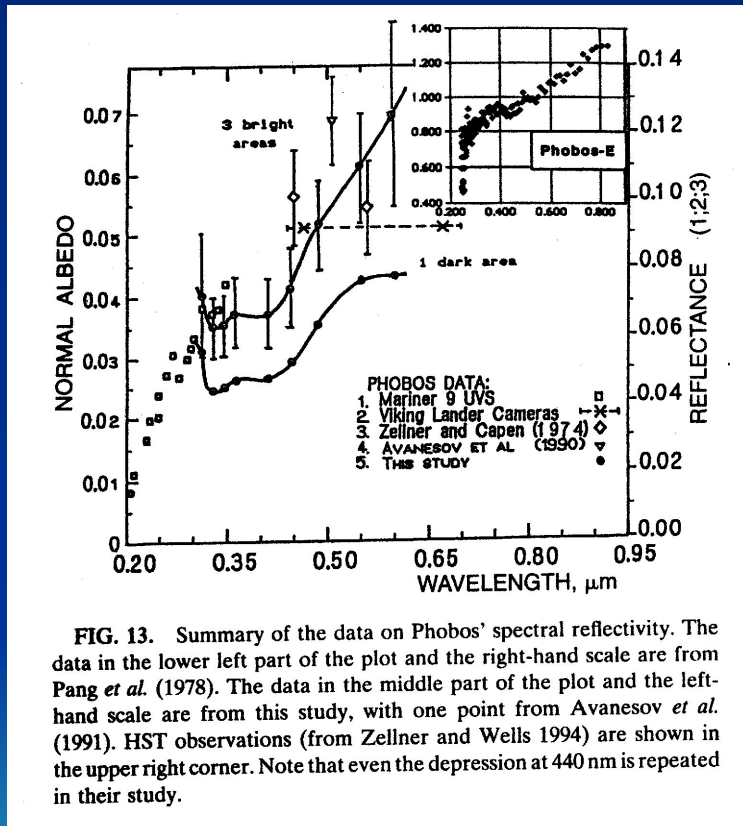


- Предполагалось, что это будет базовый аппарат для всех будущих советских миссий к планетам и малым телам Солнечной системы
- - на 15-20 лет.
- Но судьба распорядилась по иному.

# атмосферной пыли по данным эксперимента с солнечным просвечиванием (Краснопольский, Кораблев, Крысько и др.)



# 1989 г.: миссия Фобос, эксперимент КРФМ (Ксанфомалити, Мороз и др.)

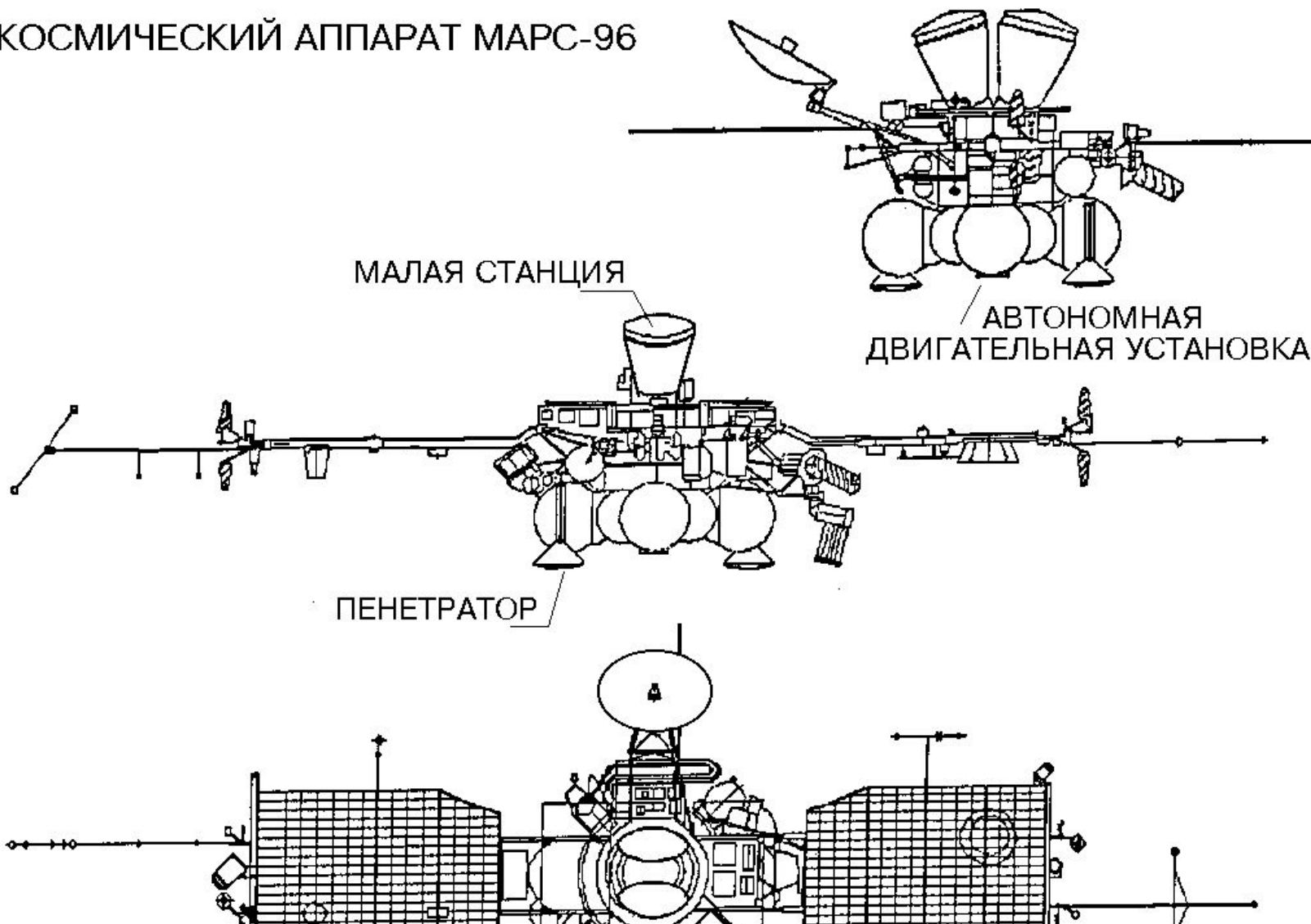


- Ранее предполагалось, что состав поверхностного слоя Фобоса аналогичен углистым хондритам.
- Спектры отражения Фобоса, измеренные при помощи приборов КРФМ и ИСМ показали, что это не так.

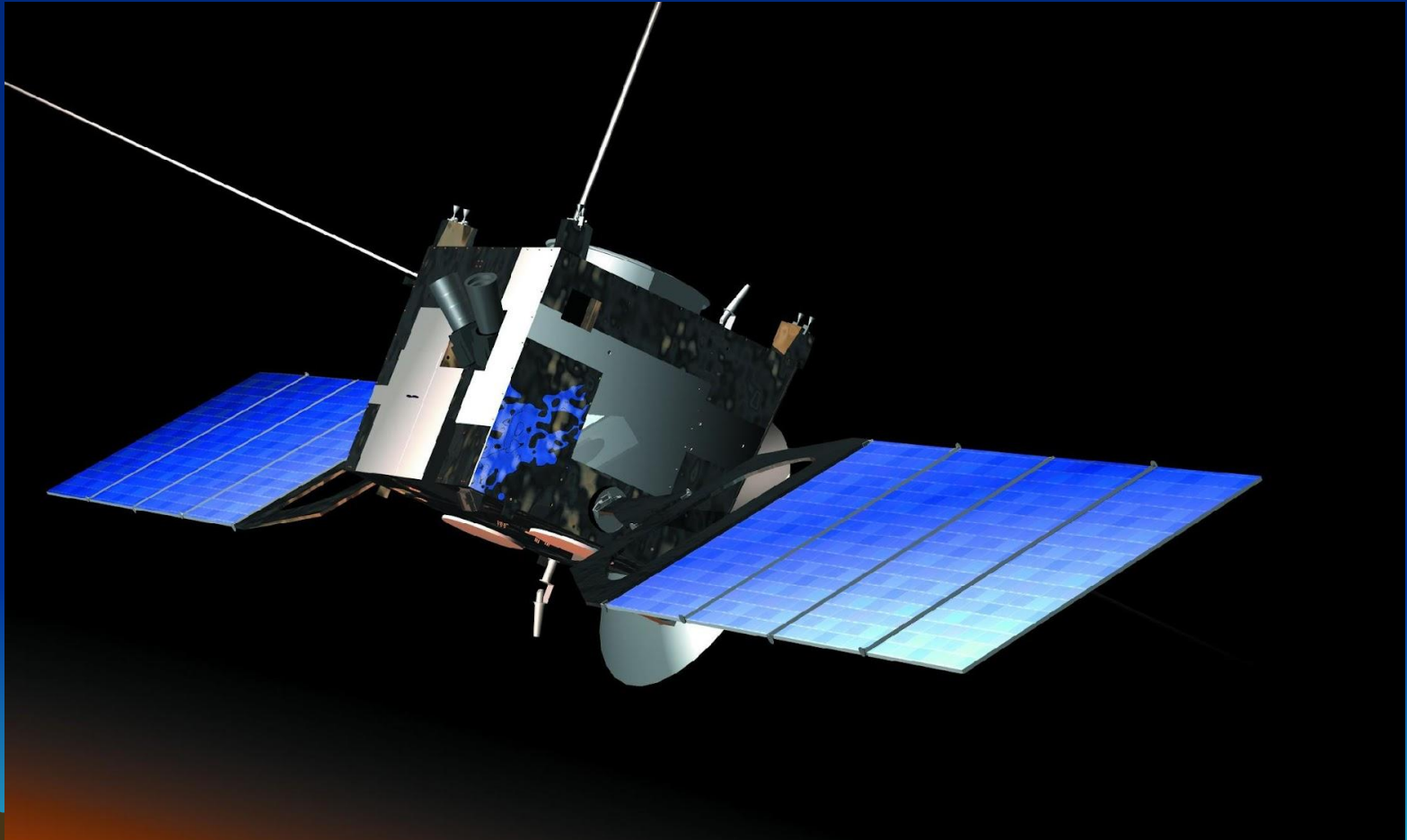


# Марс 96 – начало разработки в 1989 г., гибель в 1996 г.

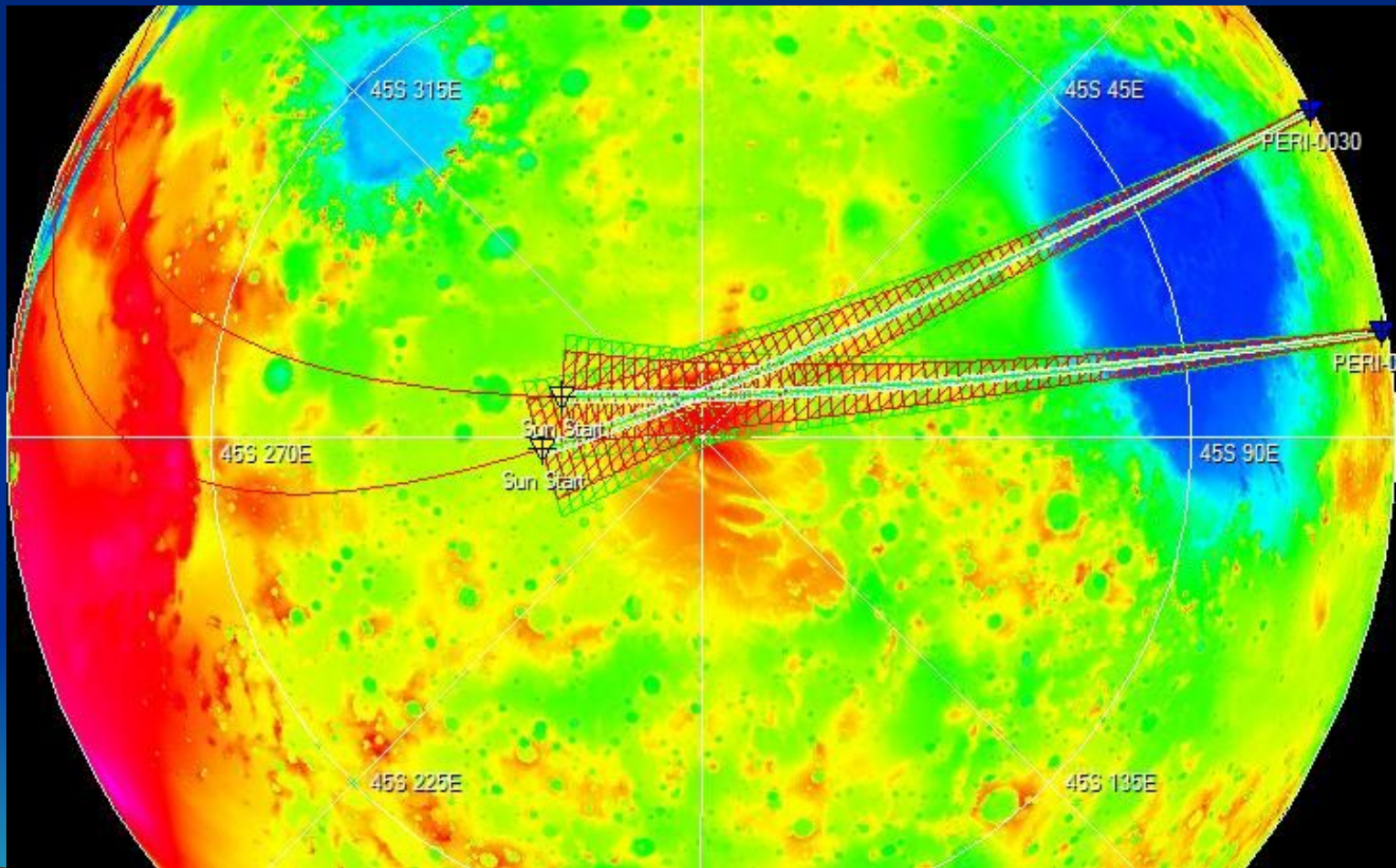
КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ МАРС-96



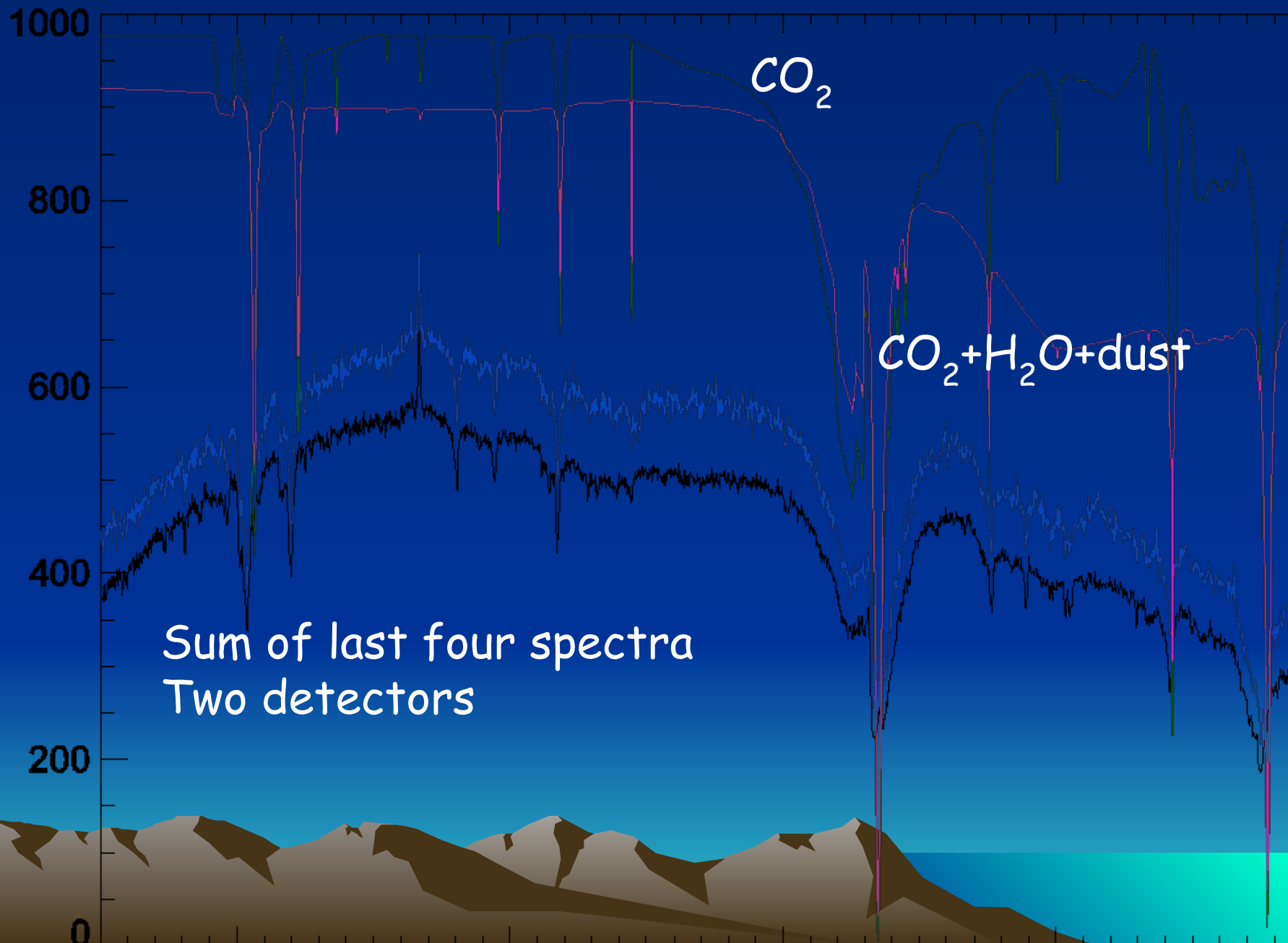
2004 г.: Марс-Экспресс – КА ЕКА. Три прибора на борту сделаны с участием ИКИ: СПИКАМ, ОМЕГА, ПФС



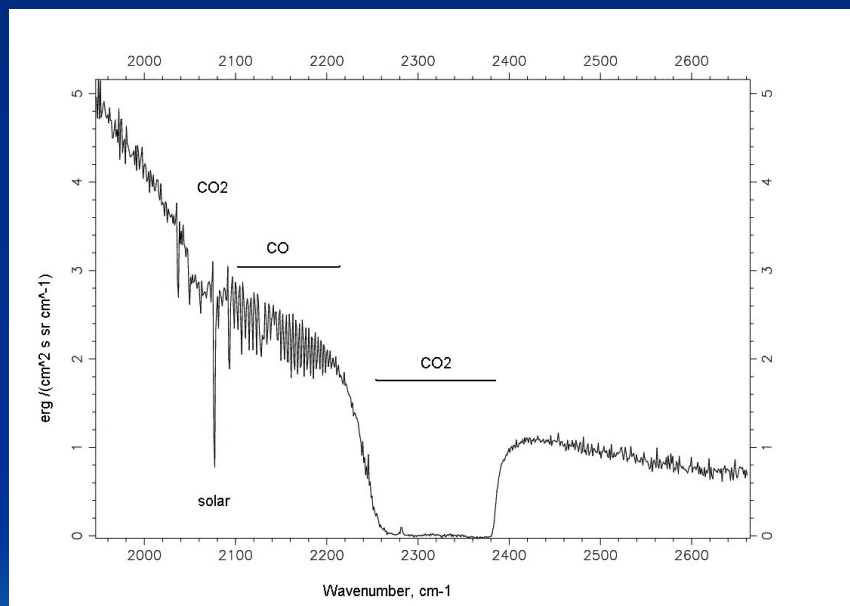
# Трассы измерений приборов PFS, OMEGA и SPICAM на орбитах 30 (18.01.04) and 41 (23.01.04)



# CO<sub>2</sub> ice (G. Hansen)



# ПФС: стороны ИКИ – Мороз и др.



- Диапазон 1,25 – 45 мкм.
- Спектральное разрешение – 2 см<sup>-1</sup>
- Пространственное - 10 км в периферии
- На дисплее пример спектр с уникальным спектральным разрешением



# OMEGA: Bright region: an example of spectrum in comparison with a model (1 mm CO<sub>2</sub> ice grains+0.2%dust +.001%H<sub>2</sub>O [G. Hansen])

