



ИКИ

cnes

esa

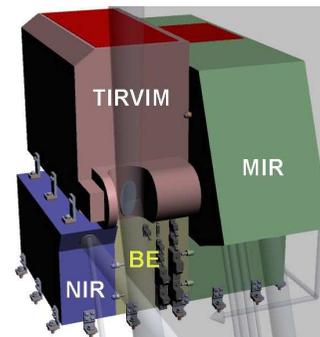
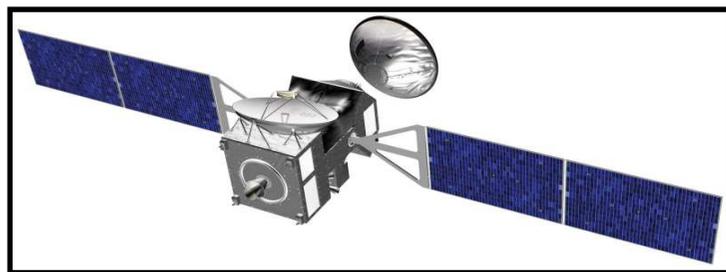
LATMOS

EXO MARS



Разработка комплекса приборов ACS (Atmospheric Chemistry Suit) для исследования химического состава атмосферы и климата Марса на борту «Экзомарс» (Trace Gas Orbiter)

Трохимовский А. Ю., Кораблев О. И., Григорьев А. Г.,
Шакун А. И., Федорова А. А., Дзюбан И. А., Гуслякова С. А.





ИКИ

cnes

esa

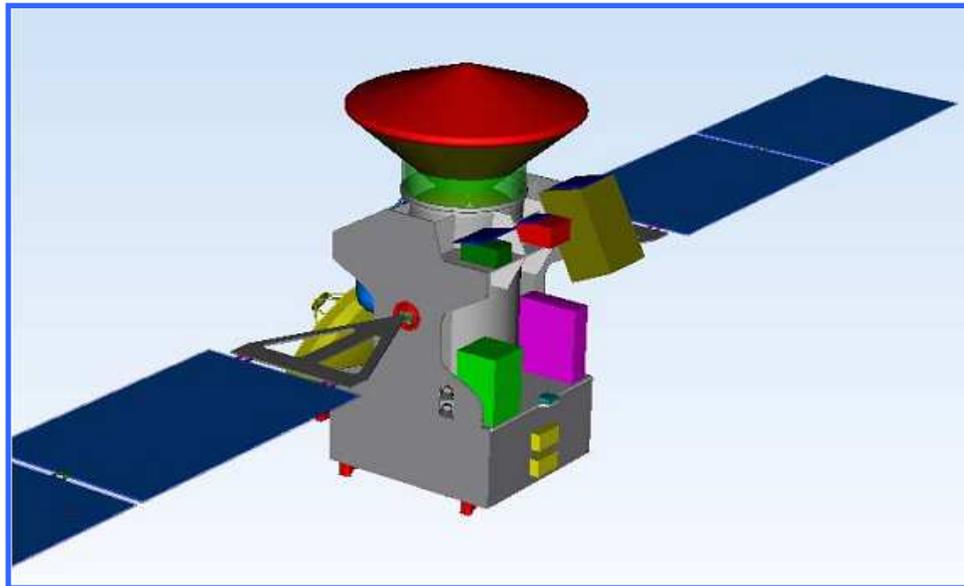
LATMOS

EXOMARS



Проект ExoMars 2016

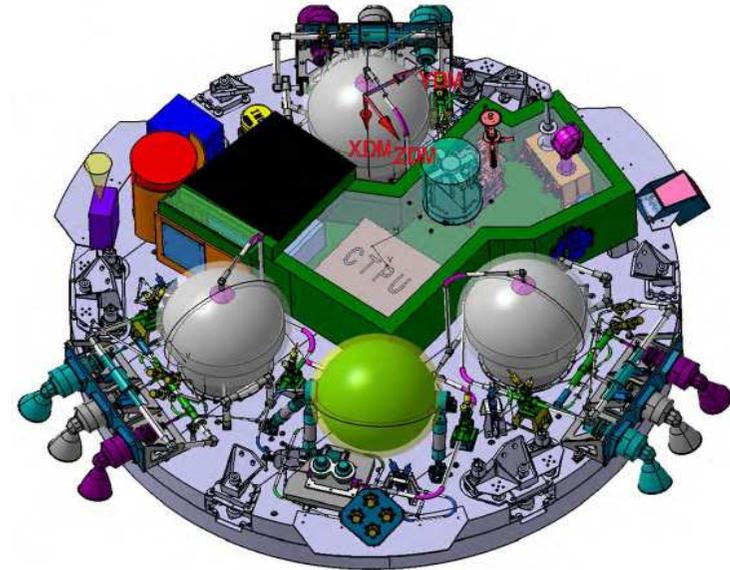
TGO: Trace Gas Orbiter



↓ Russian participation

- ACS: 3 spectrometers and electronic block
- FRENDO: Collimated neutron spectrometer + dosimeter

EDM: Entry, Descent & Landing Demonstrator Module





IKI

cnes

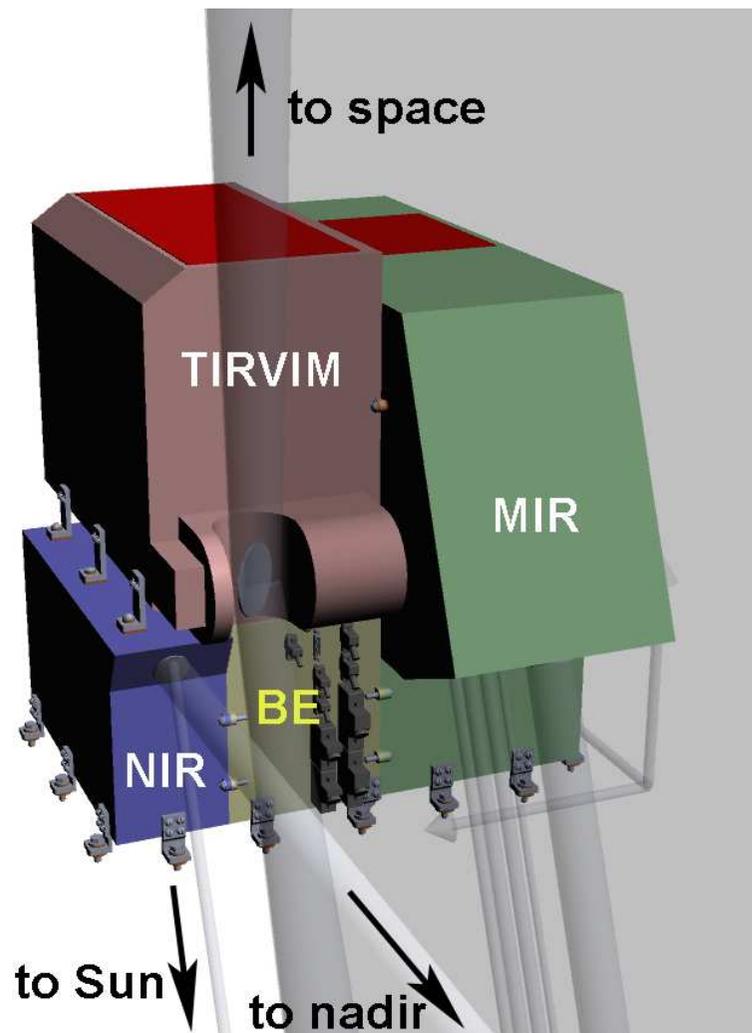
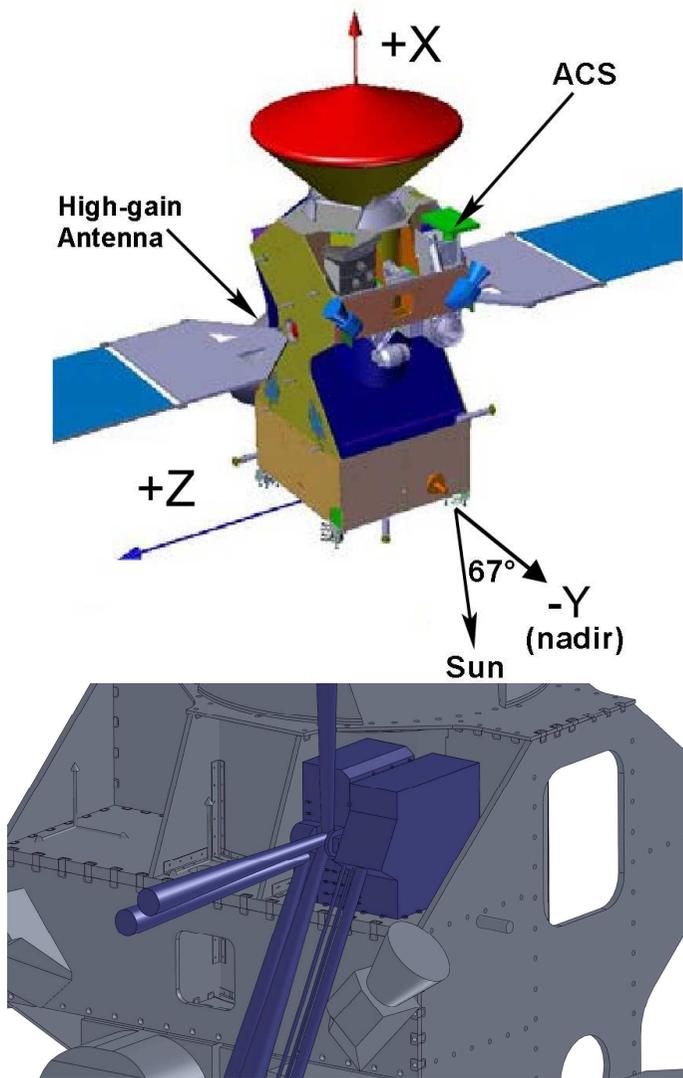
esa

LATMOS

EXO MARS



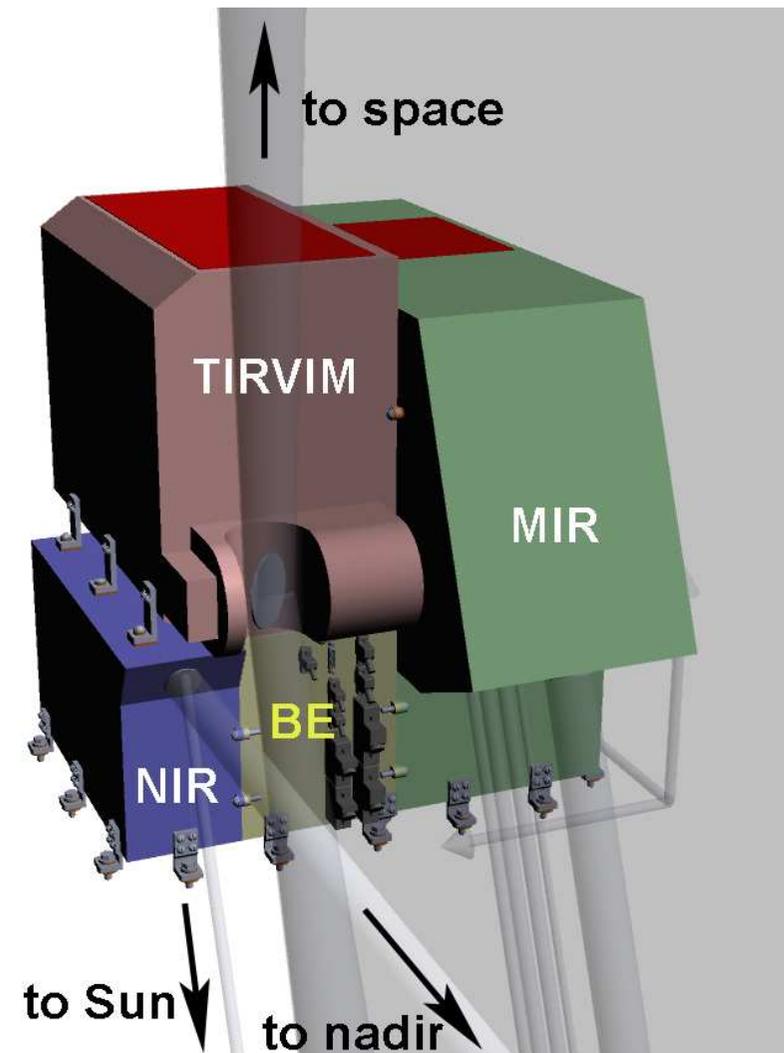
Размещение ACS





ACS / состав научной аппаратуры

	Спектральный диапазон/ разрешение	Режимы работы
ACS/MIR	2.2-4.5 μ / >50000	Solar occultation
ACS/NIR	0.7-1.7 μ / ~ 20000	Nadir, Solar occultation
ACS/TIRVIM	400-5000 cm^{-1} / 0.2 cm^{-1}	Nadir, Solar occultation
ACS/SI	Channels: 420,512,650, 1024 μ	Limb Solar observation





IKI

cnes

esa

LATMOS



ACS / Основные организации и исполнители проекта



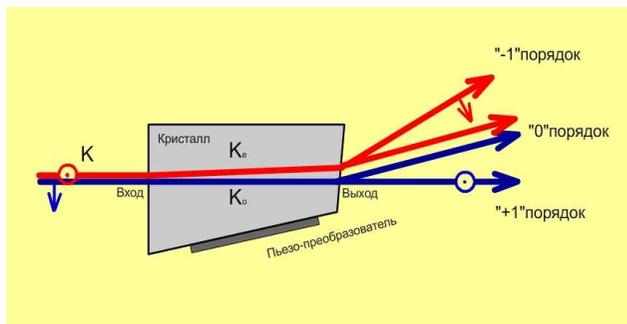
NIR / Ключевые параметры

- Принцип работ: Эшелле спектрометр с предварительной селекцией порядков дифракции акустооптическим фильтром
- Спектральный диапазон: 0,7 – 1,7 мкм
- Спектральное разрешение: ~20 000
- Режимы работы: Надир, солнечные затмения
- Поле зрения: 20 mrad X 0,2 mrad
- Телескоп F/6, с TeO2 АОПФ (70 см⁻¹) работающим в сходящихся лучах
- Щель спектрометра 4 мм X 40 мкм
- Коллиматор Внеосевое (9 град) параболическое зеркало(F=200 мм)
- Эшелле решетка Newport 24,355 штр/мм, 70 град
- Детектор Охлаждаемая InGaAs матрица 640 x 512,
- Масса / Мощность / Данные: 3,5 кг / 15 Вт / 0,5 Гигабит в день

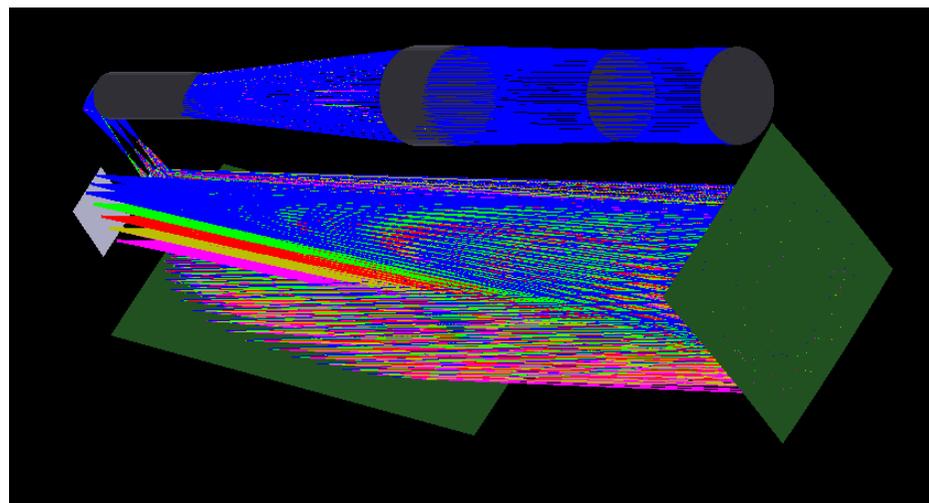
Прототип: спектрометр РУСАЛКА / МКС



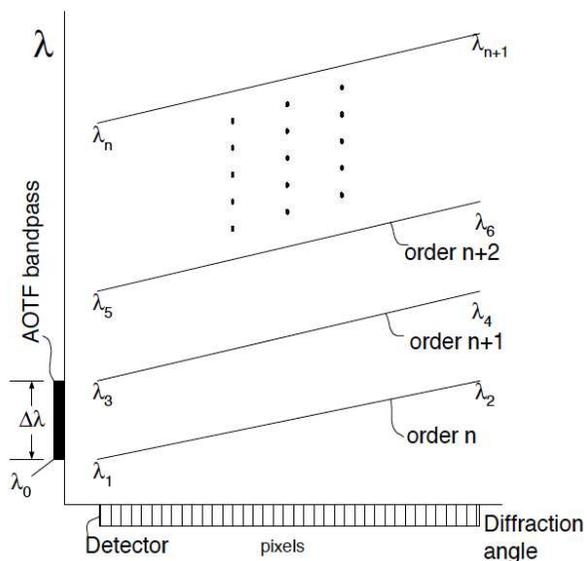
NIR / оптическая схема



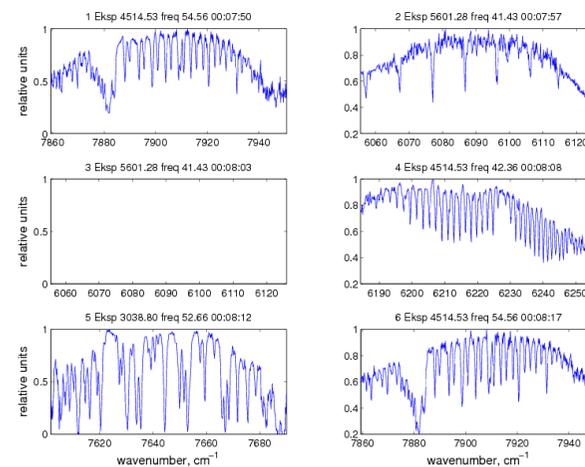
Дифракция света в АОПФ



Zemax схема спектрометра



Выделение отдельных порядков дифракции

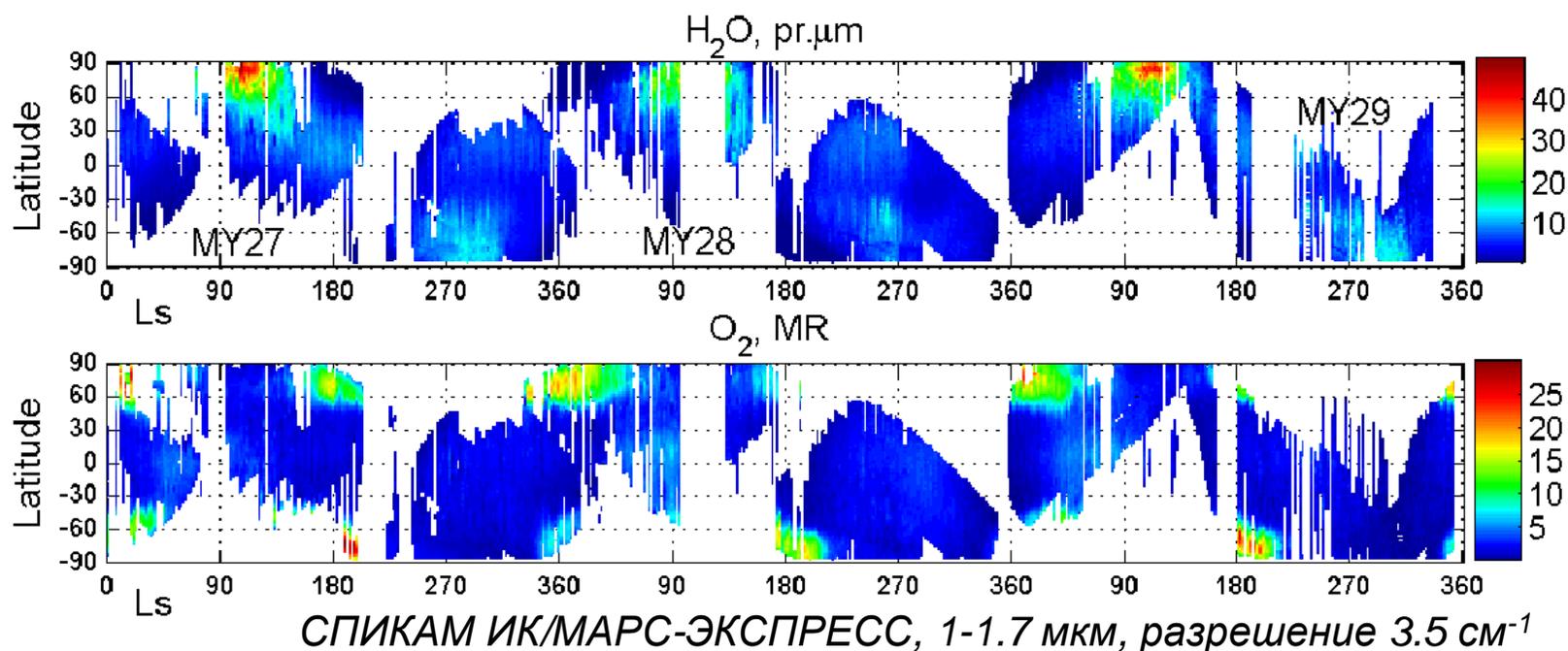


Последовательность наблюдений земной атмосферы для шести порядков, записанных спектрометром Русалка

NIR / Научные задачи

- Мониторинг и измерение вертикальных профилей малых газовых составляющих CO, H₂O, O₂
- Мониторинг озона по дневному свечению молекулярного кислорода O₂
- Измерение профилей вертикальных профилей атмосферной плотности
- Поиск новых свечений OH, O₂ и NO на ночной стороне планеты.
- Построение карт альbedo поверхности, мониторинг льдов CO₂ и H₂O
- Лимбовые измерения атмосферного аэрозоля от 10 до 60 км

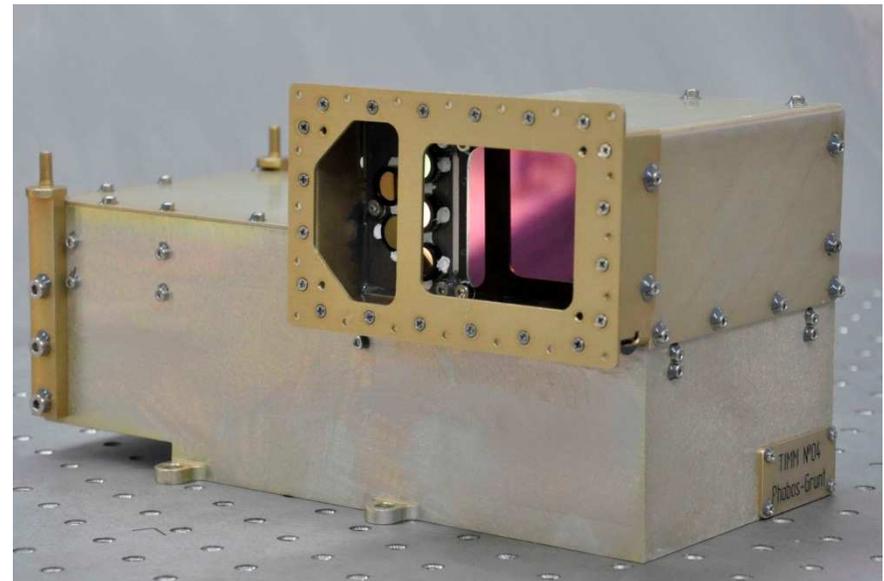
! Спектральный диапазон не дублируется другими приборами TGO !



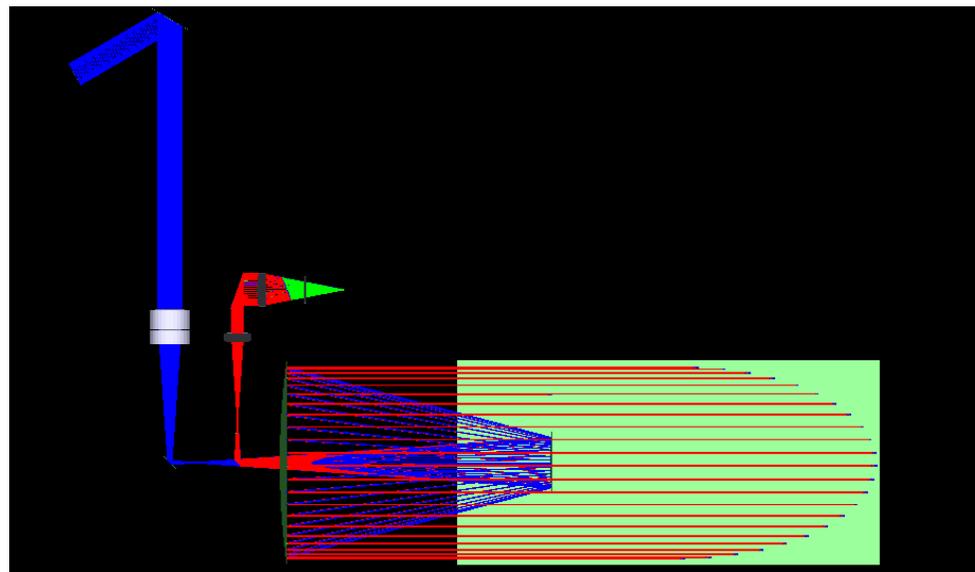
MIR / Ключевые параметры

- Спектральный диапазон: 2.2 – 4,5 мкм
- Спектральное разрешение: >50 000
- Мгновенное спектральное покрытие > 2 x 200 нм за измерение
- Режимы работы: солнечные затмения
- Поле зрения: 1 x 0,1 mrad
- Принцип работ: Скрещенная дисперсия - эшелле решетка и сканирующая дифракционная решетка работающая в первом порядке
- Масса / Мощность / Данные: 12 кг / 20 Вт / 1,2 Гигабит в день

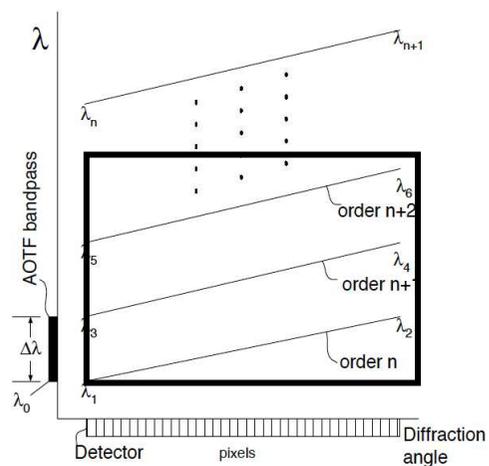
Прототип:
спектрометр ТИММ / Фобос-Грунт



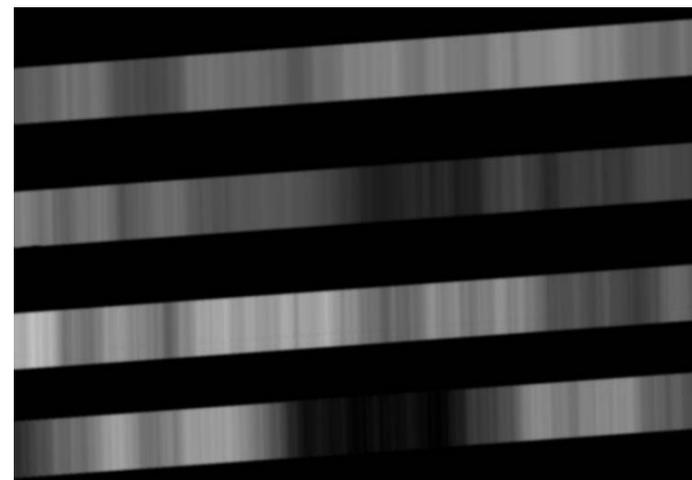
MIR / оптическая схема



Zemax схема спектрометра на принципе скрещенной дисперсии – эшелле решетка и сканирующая решетка



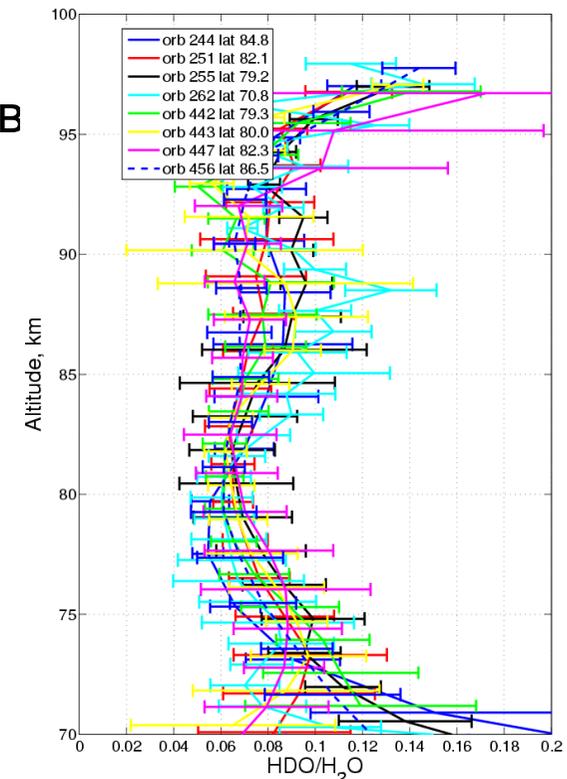
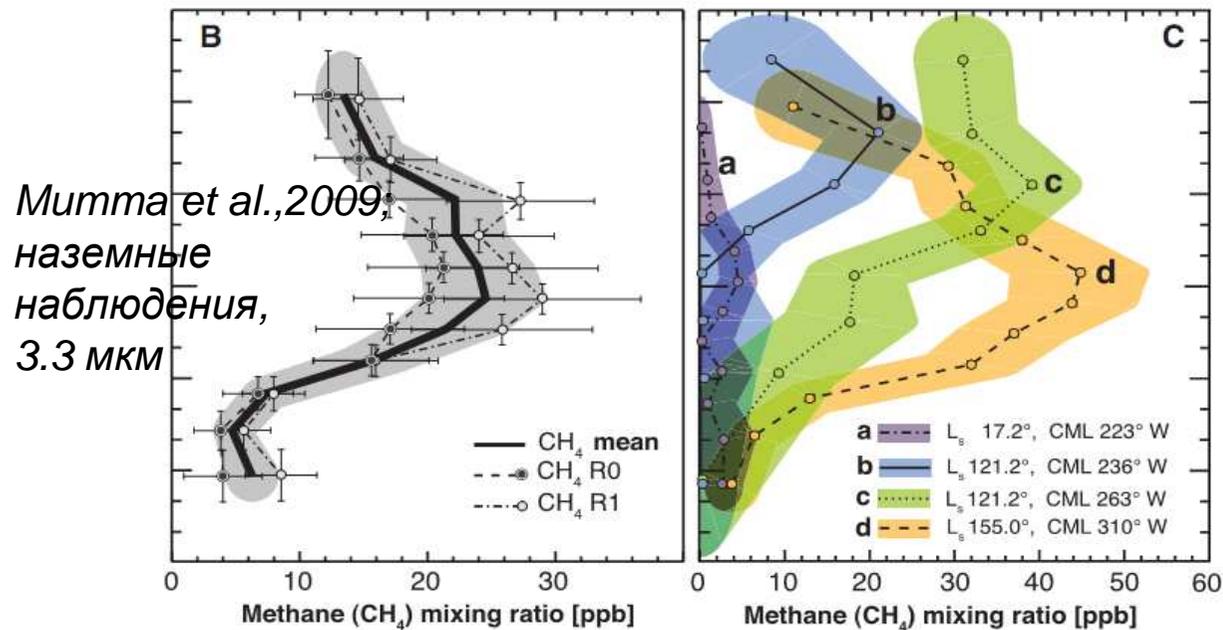
Выделение отдельных порядков дифракции



Имитация изображения спектров на детекторе

MIR / Научные задачи

- Измерение вертикальных профилей плотности и температуры по полосам CO_2 и известных малых газовых составляющих CH_4 , H_2O , CO на вечернем и утреннем терминаторе на высотах 10-80 км
- Измерения изотопных отношений $\text{HDO}/\text{H}_2\text{O}$, $^{13}\text{CO}_2/\text{CO}_2$, $\text{CO}^{18}\text{O}/\text{CO}_2$ и т.д.
- Поиск малых газовых составляющих C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 и, SO_2 , HO_2 , H_2O_2 , H_2CO , HCl , OCS
- Профили аэрозоля, разделение водяных облаков и пылевых частиц

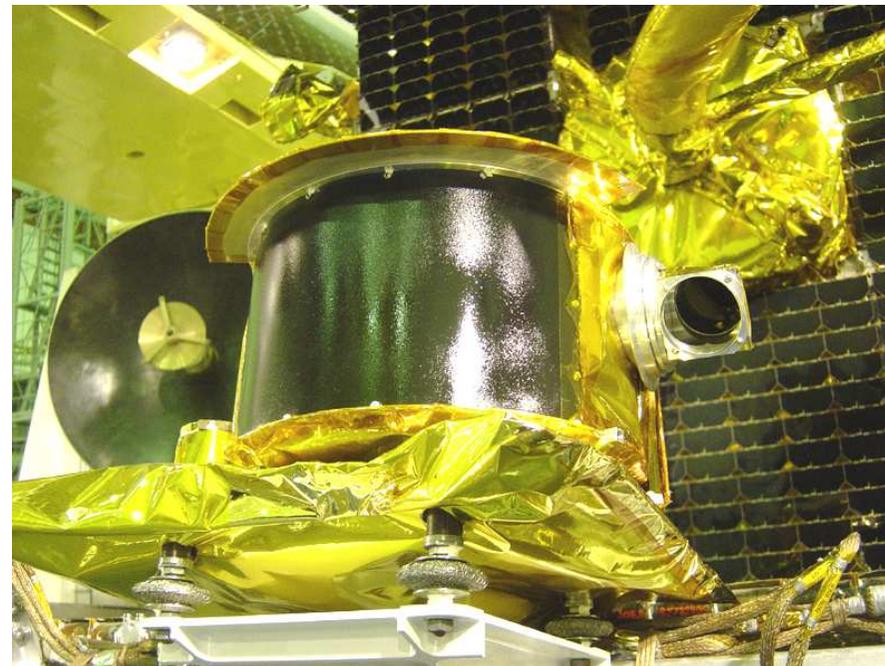


СУАР/ВЕНЕРА-ЭКСПРЕСС,
2.2-4.3 мкм, ~20000

TIRVIM / Ключевые параметры

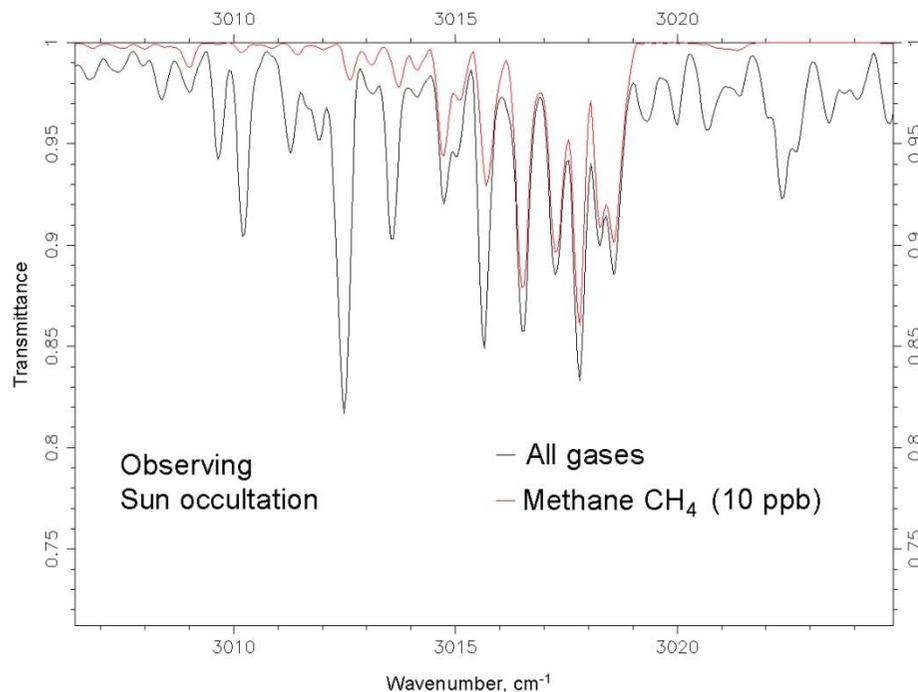
- Спектральный диапазон: 2 – 25 мкм (400 – 5000 см⁻¹)
- Спектральное разрешение: 0,2 см⁻¹ (с аподизацией)
- Длительн.интерферограммы: 2 сек (сдвиг по орбите – 7 км)
- Поле зрения: 2,5° (17 км с орбиты)
- Методы наблюдения:
 - затмения Солнца атмосферой
 - наблюдения в надир
- Система наведения: собственная, однокоординатная
- Калибровка в полете: встроенная модель АЧТ
- Масса / Мощность / Данные: 12 кг / 20 Вт / 1 Гигабит в день

Прототип: Фурье-спектрометр
АОСТ / Фобос-Грунт

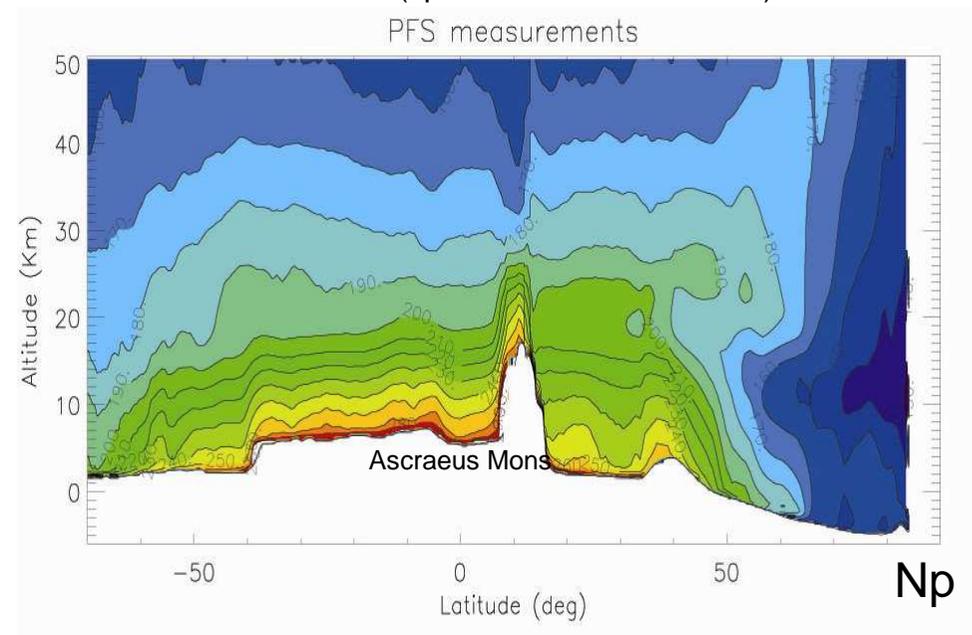


TIRVIM / Научные задачи

- Поиск / мониторинг малых газовых составляющих атмосферы
- Мониторинг атмосферного аэрозоля, конденсационных облаков
- Мониторинг термического строения атмосферы от поверхности до 50-55 км высоты с вертикальным разрешением несколько км.
Улучшение вертикального разрешения в приповерхностном слое до ~50 м при совместных наблюдениях с Фурье-спектрометром MATROS посадочной ступени Ехо-Mars-2018.
- Мониторинг температуры поверхности.



Temperature, K vs. (H, Lat) along orbit 68
PFS MEX (spectral resolution 2 cm⁻¹)





ИКИ

cnes

esa

LATMOS

EXO MARS



Спасибо за внимание

Александр Трохимовский
trokh@iki.rssi.ru

