



**ЗАКАЗЧИК**  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
**РОСКОСМОС**

**РАЗРАБОТЧИКИ И СОИСПОЛНИТЕЛИ**  
ГОЛОВНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬ —



Институт космических исследований

Российской академии наук (ИКИ РАН).

Научный руководитель эксперимента АЦС — д. ф.-м.н. **Олег Игоревич Кораблёв**, руководитель отдела физики планет ИКИ РАН

Заместитель научного руководителя —

**Франк Монмесан**,

Лаборатория исследований атмосферы, окружающей среды и космоса Национального центра научных исследований (LATMOS CNRS), Франция

В КОМПЛЕКСЕ АЦС ИСПОЛЬЗОВАНЫ КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ И РАЗРАБОТКИ СЛЕДУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ:

ОАО «Научно-исследовательский институт микроприборов им. Г. Я. Гуськова» (г. Зеленоград)

ОАО «НПП «Астрон Электроника» (г. Орёл)

LATMOS CNRS (Франция)

Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины (ГАО НАНУ)

ОАО «Научно-исследовательский институт оптико-электронного приборостроения» (ОАО «НИИ ОЭП», г. Сосновый Бор)

AMOS и Xenics (Бельгия)

SOFRADIR (Франция)

RICOR (Израиль)

Spectral Systems LLC (США)

Научно-исследовательский институт космических и авиационных материалов (ООО «НИИКАМ», Переславль-Залесский)

ОАО «Композит» (г. Королёв)

страница эксперимента АЦС  
<http://www.planetary-department-iki.ru/projects/future/acs/acs.html>

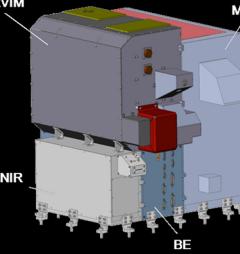
дополнительная информация

[press@cosmos.ru](mailto:press@cosmos.ru)

**ИКИ**  
ИНСТИТУТ  
КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
РАН

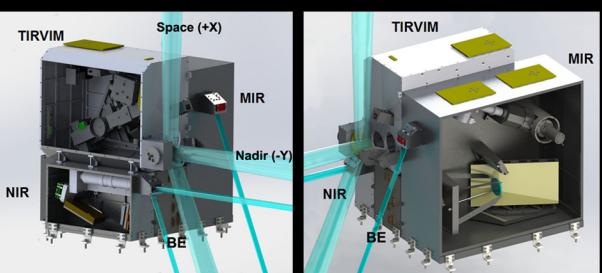
**ACS**  
Atmospheric  
Chemistry  
Suite

Спектрометрический комплекс АЦС (ACS, Atmospheric Chemistry Suite) для аппарата Trace Gas Orbiter (TGO) проекта «ЭкзоМарс-2016» предназначен для исследования атмосферы и климата Марса с орбиты его искусственного спутника.

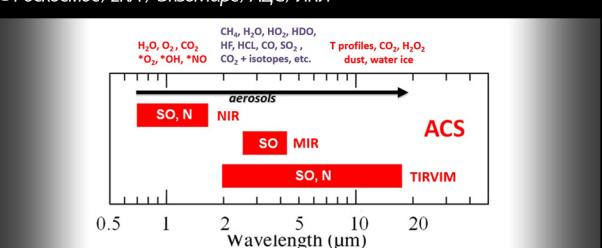


**Схема расположения спектрометров комплекса АЦС**  
©Роскосмос/ЕКА/ЭкзоМарс/АЦС/ИКИ

АЦС включает три спектрометра: NIR, MIR и TIRVIM — и блок электроники (БЭ). Спектрометры будут зондировать атмосферу Марса в разных режимах: солнечных затмений, при котором свет Солнца проходит через атмосферу Марса и регистрируется прибором, а также дневных и ночных наблюдений в надир, когда регистрируется отражённый солнечный свет и собственное излучение планеты. По характерным особенностям полученных спектров можно судить, какие вещества составляют атмосферу, определять их концентрацию и распределение по высоте. Одна из главных задач эксперимента — поиск малых составляющих атмосферы, в том числе метана. Предполагается, что этот газ может свидетельствовать о возможной биологической активности на планете.



**Направления лучей зрения спектрометров в комплексе АЦС**  
©Роскосмос/ЕКА/ЭкзоМарс/АЦС/ИКИ



**Спектральный диапазон, в котором работают приборы АЦС, и области детектирования различных веществ**  
©Роскосмос/ЕКА/ЭкзоМарс/АЦС/ИКИ

Спектрометры в составе комплекса АЦС используют многие технические решения, отработанные во время предшествующих космических миссий и экспериментов:  
СПИКАМ (проект «Марс-Экспресс», ЕКА, 2003 – н/вр),  
РУСАЛКА (МКС, 2009 – 2011),  
ПФС («Марс-96», 1996, и «Венера-Экспресс», ЕКА, 2005 – 2015).

От предшественников комплекс отличает более высокое спектральное разрешение и чувствительность.

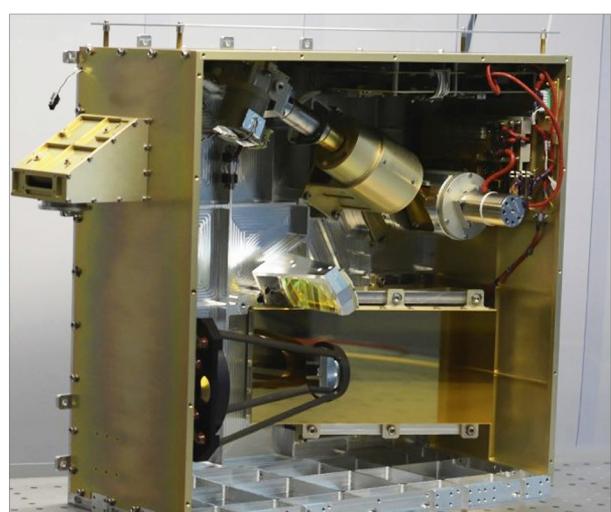


### АЦС-НИР

НИР/NIR (Near-IR) — Эшелле-спектрометр ближнего инфракрасного диапазона (0,7 – 1,6 мкм) высокого разрешения, предназначенный для мониторинга вертикальных профилей углекислого газа (CO) и водяного пара, исследования дневного свечения молекулярного кислорода, поиска ночных свечений, вызываемых фотохимическими процессами в атмосфере Марса.

НИР сочетает технику Эшелле-спектрометра и акустооптического пре斯特раиваемого фильтра (АОПФ/АОТФ, Acousto-Optic Tunable Filter), который разделяет порядки дифракции. Спектральное разрешение прибора составляет ~20 000, причем прибор может одновременно вести запись спектров высокого разрешения в широком диапазоне длин волн. Его отличают малые габариты, низкое энергопотребление и высокая надежность из-за отсутствия механических частей.

Ближайший аналог НИР — инструмент РУСАЛКА (сокращение от «РУчной Спектральный Анализатор Компонентов Атмосферы»), работавший на МКС в 2009–2012 гг. С его помощью космонавты успешно измеряли содержание CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> в земной атмосфере. Но на МКС прибор находился внутри жилого отсека станции. Условия на орбите Марса, в которых будет находиться НИР, сильно отличаются. Кроме адаптации для автономной работы в открытом космосе, в прибор внесены некоторые поправки, улучшающие чувствительность и оптические качества.

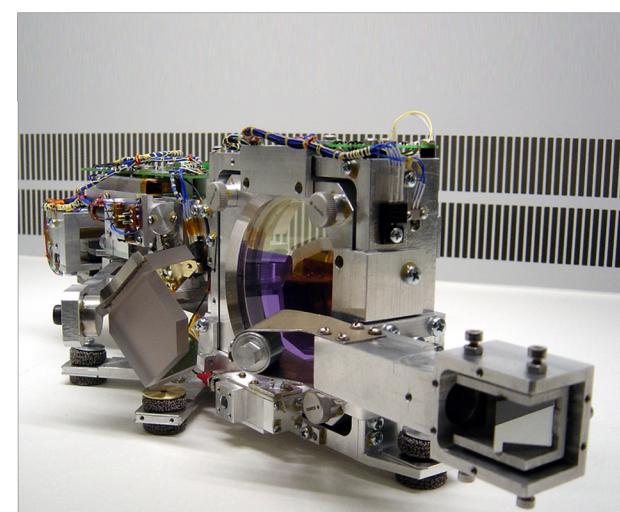


### АЦС-МИР

МИР/MIR (Mid-IR) — Эшелле-спектрометр среднего инфракрасного диапазона (2,3–4,2 мкм) для измерения содержания метана, отношениядейтерия к водороду, поиска малых составляющих атмосферы и исследования аэрозолей.

Прибор представляет собой эшелле-спектрометр со скрещенной дисперсией. Угловая дисперсия эшелле-решетки и сканирующей дифракционной решетки ориентируются во взаимно перпендикулярных направлениях, при этом на детекторе спектры соседних порядков эшелле располагаются друг над другом, обеспечивая одновременное измерение спектра в широком диапазоне с высоким спектральным разрешением, покрывая до 300 нм за одно измерение. Это позволяет отображать различные атмосферные газы одновременно.

Подобные инструменты широко используются в астрономии, а в планетных миссиях работали на аппаратах «Розетта» и «Венера-Экспресс» (ЕКА) — спектрометры высокого разрешения VIRTIS-H в видимом и инфракрасном диапазонах. МИР имеет более высокую разрешающую способность (~50 000), чем VIRTIS-H, и более широкий одновременно измеряемый спектральный диапазон, чем у приборов на основе АОПФ. Движущийся диспергирующий элемент позволяет переключаться между группами дифракционных порядков в течение одной последовательности измерений.



### АЦС-ТИРВИМ

ТИРВИМ/TIRVIM — Фурье-спектрометр теплового инфракрасного диапазона (1,7–17 мкм), который работает по принципу V-образного интерферометра. Эта идея продолжает инициативу Василия Ивановича Мороза, создателя школы исследований планет в ИКИ в 1968–2004 годах, который впервые ввел Фурье-спектрометры в эту область космической науки и значительно способствовал их развитию.

ТИРВИМ имеет три детектора, поэтому он может работать в различных режимах: солнечных затмений, дневных и ночных надирных наблюдений. Основная научная задача прибора — мониторинг профилей температуры в атмосфере и измерения содержания аэрозоля при наблюдениях в надир.

В первом случае ТИРВИМ измеряет профили температуры по полосе углекислого газа 15 мкм и содержание малых составляющих в атмосфере, во втором — ведёт мониторинг пыли, облаков и температуры поверхности, картирование метана в полосе 3,3 мкм.

**ACS**  
Atmospheric  
Chemistry  
Suite



**АЦС**  
комплекс  
приборов  
для  
изучения  
химии  
атмосферы  
Марса

### Цели эксперимента АЦС:

- Определить концентрации малых составляющих атмосферы, в том числе метана, с чувствительностью до одной частицы на трилион в объёме (ppt).
- Исследовать распределение отношениядейтерия к водороду (D/H) в атмосферной воде.
- Зарегистрировать соединения кислорода с водородом: H<sub>2</sub>O, OH, H<sub>2</sub> и др.
- Построить тепловые карты Марса, карты распределения аэрозолей (пылевых и ледяных), водяного пара.
- Основные параметры АЦС:**
- Режимы наблюдений:
  - солнечные затмения (все приборы),
  - дневные надирные наблюдения (ТИРВИМ и НИР),
  - ночные надирные измерения (ТИРВИМ)
- Масса — 33,3 кг
- Потребление — 50 Вт
- Размеры — 520 × 600 × 470 мм
- Спектральный диапазон — 0,7 – 20 мкм
- Объем телеметрии — 1,6 Гбит в день



Научный руководитель эксперимента АЦС — д. ф.-м.н. **Олег Игоревич Кораблёв** (ИКИ РАН)

**ИКИ**  
ИНСТИТУТ  
КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
РАН