

# **ВОДЯНОЙ ЦИКЛ МАРСА В МОДЕЛИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ МАРСА МАОАМ: СРАВНЕНИЕ С ДАННЫМИ ЭКСПЕРИМЕНТА ACS НА КА TGO**

**Жарикова М.С., Медведев А.С., Федорова А.А., Шапошников Д.С., Беляев Д.А., Лугинин М.С.**

12 ноября 2024 г.

# MAOAM

Модель общей циркуляции Martian Atmosphere: Observation and Modeling (MAOAM) имеет спектральное динамическое ядро и успешно предсказывает циркуляцию и температурный режим Марса за счет использования физических параметризаций, характерных как для земных моделей (вертикальная турбулентная диффузия, физика поверхности, гравитационные волны), так и для марсианских: нагрев в полосах CO<sub>2</sub> в ближнем ИК, влияние пыли, параметризация излучения в полосе CO<sub>2</sub> 15 мкм с учетом нарушения локального термодинамического равновесия.

Модель использует:

- ❑ Точную топографию Марса (MOLA)
- ❑ Данные о термической инерции поверхности (с прибора MGS-TES)
- ❑ Предопределенный пылевой сценарий для каждого года (Montabone и др., 2020)

Гидрологический блок включает:

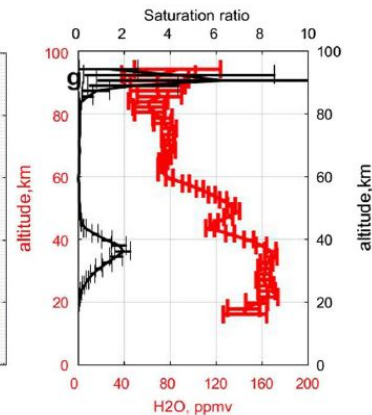
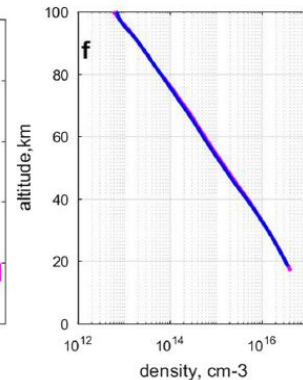
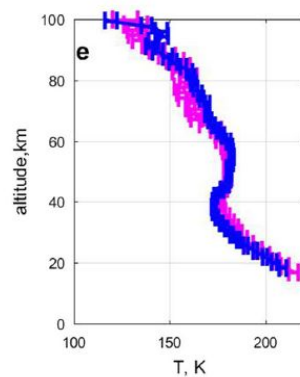
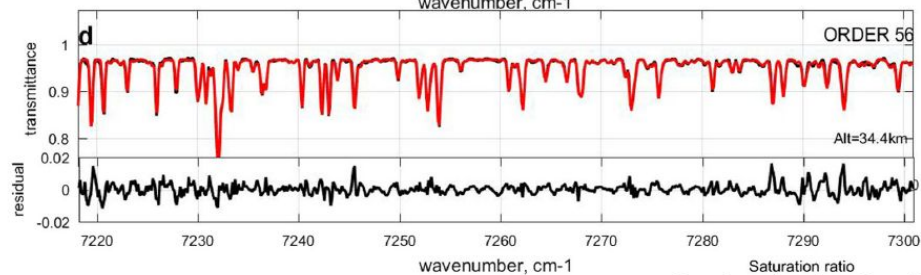
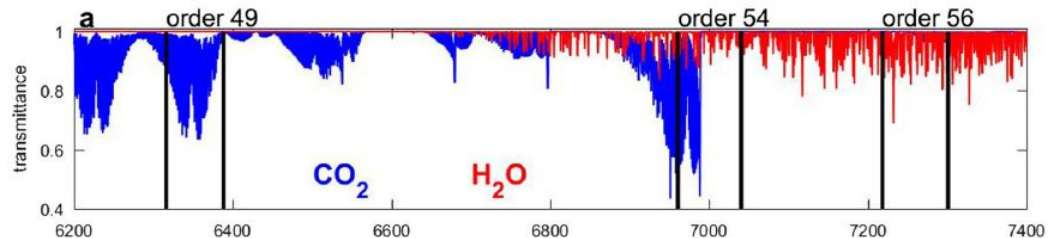
- ❑ Схему переноса пассивных примесей
- ❑ Микрофизику водяного пара и льда
- ❑ Гетерогенную нуклеацию
- ❑ Седиментацию
- ❑ Фотодиссоциацию (на длине волны Лайман-Альфа)
- ❑ Обмен воды с поверхностью.

(Shaposhnikov и др., 2016, 2018, 2019)

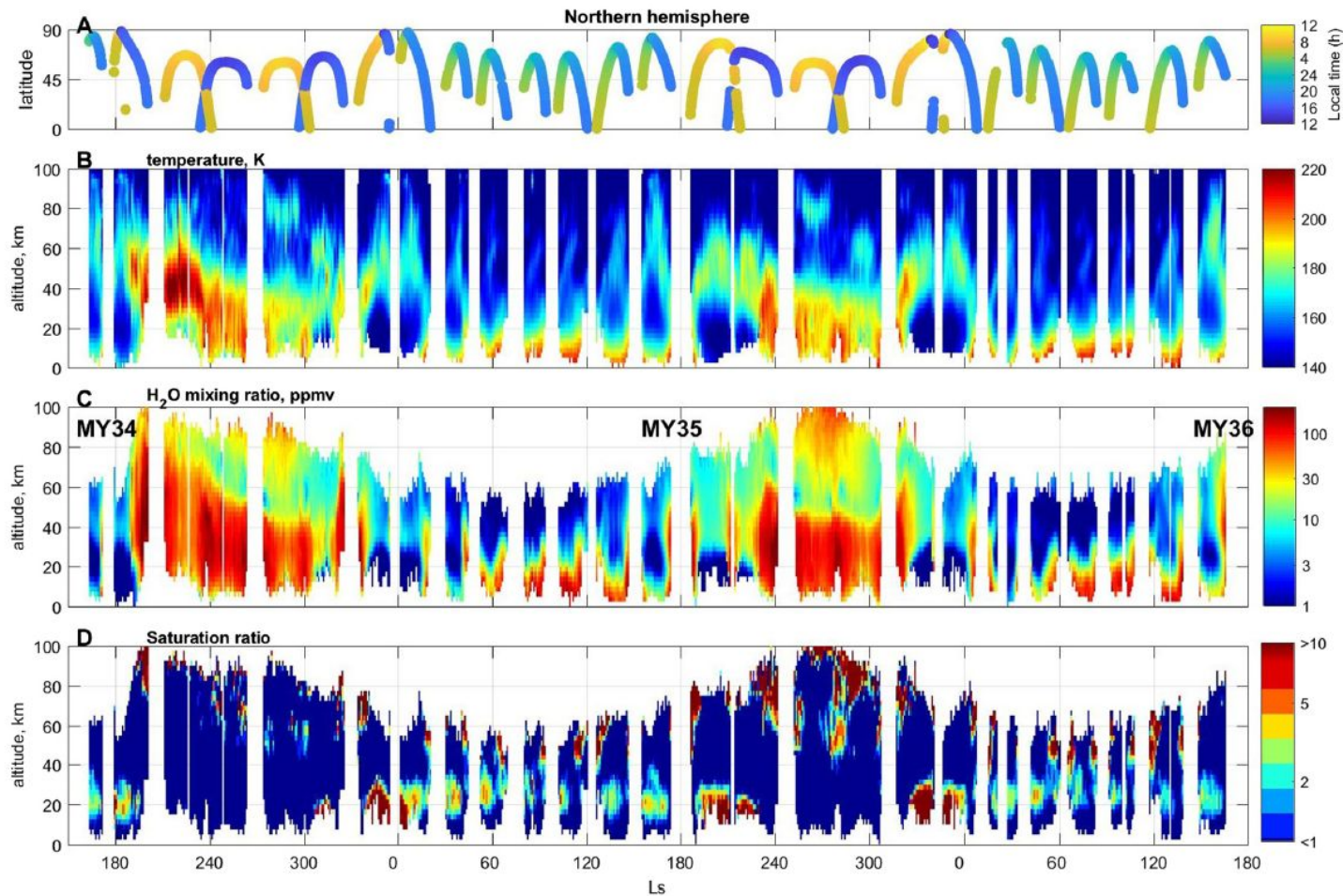
# ACS – Atmospheric Chemistry Suite на борту ExoMars/TGO

NIR (Near-IR) спектральный диапазон: 0.7 – 1.6 мкм,  
разрешающая способность:  
 $\lambda/\Delta\lambda \sim 25\,000$

Для восстановления водяного пара используется диапазон 1369.8 – 1385.6 нм (56 порядок)



# Сезонное вертикальное распределение водяного пара по данным ACS-NIR



Fedorova, A. A., et al.

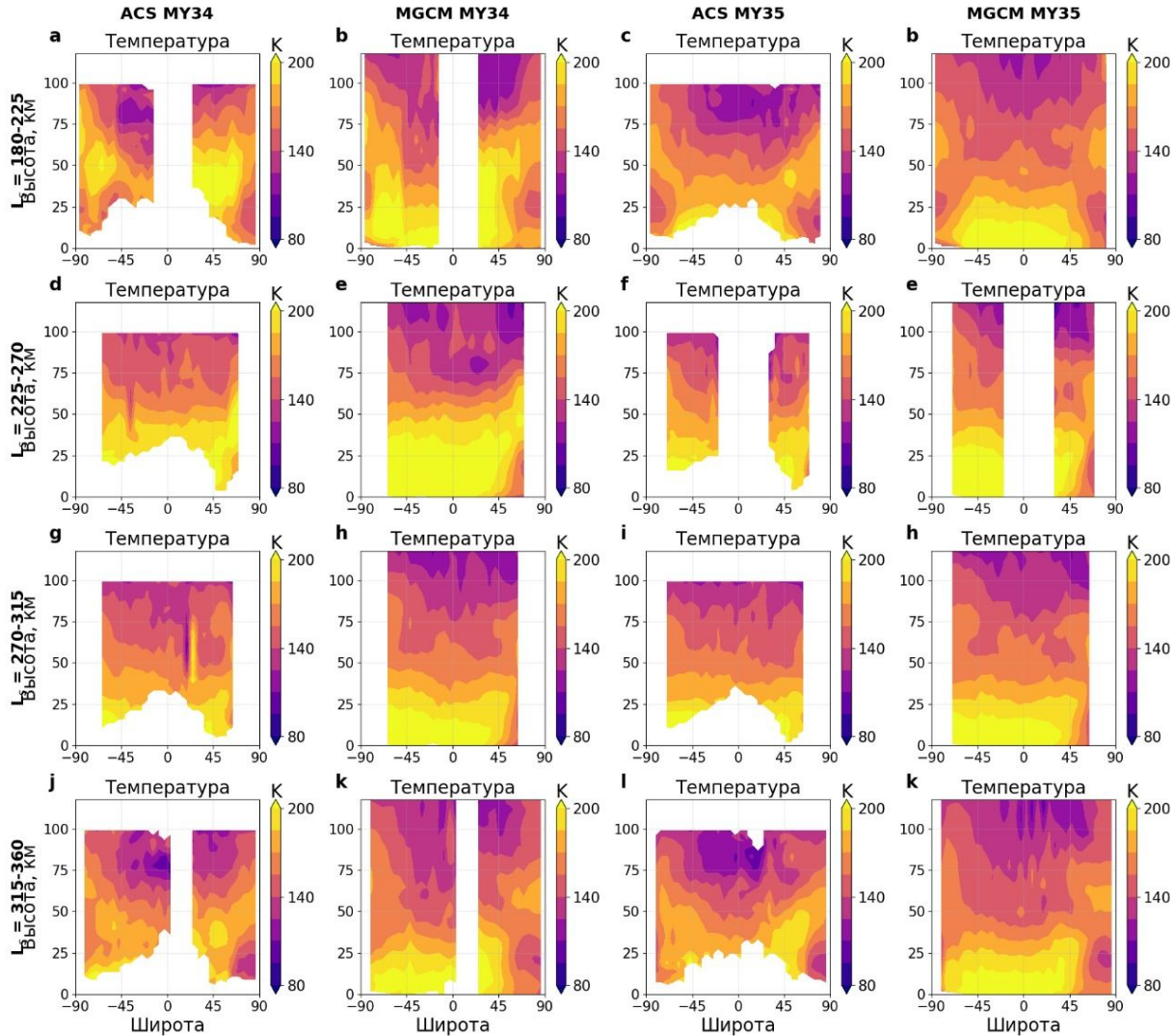
(2021).

<https://doi.org/10.1029/2>

[020JE006616](https://doi.org/10.1029/2020JE006616)

# Сравнение температур

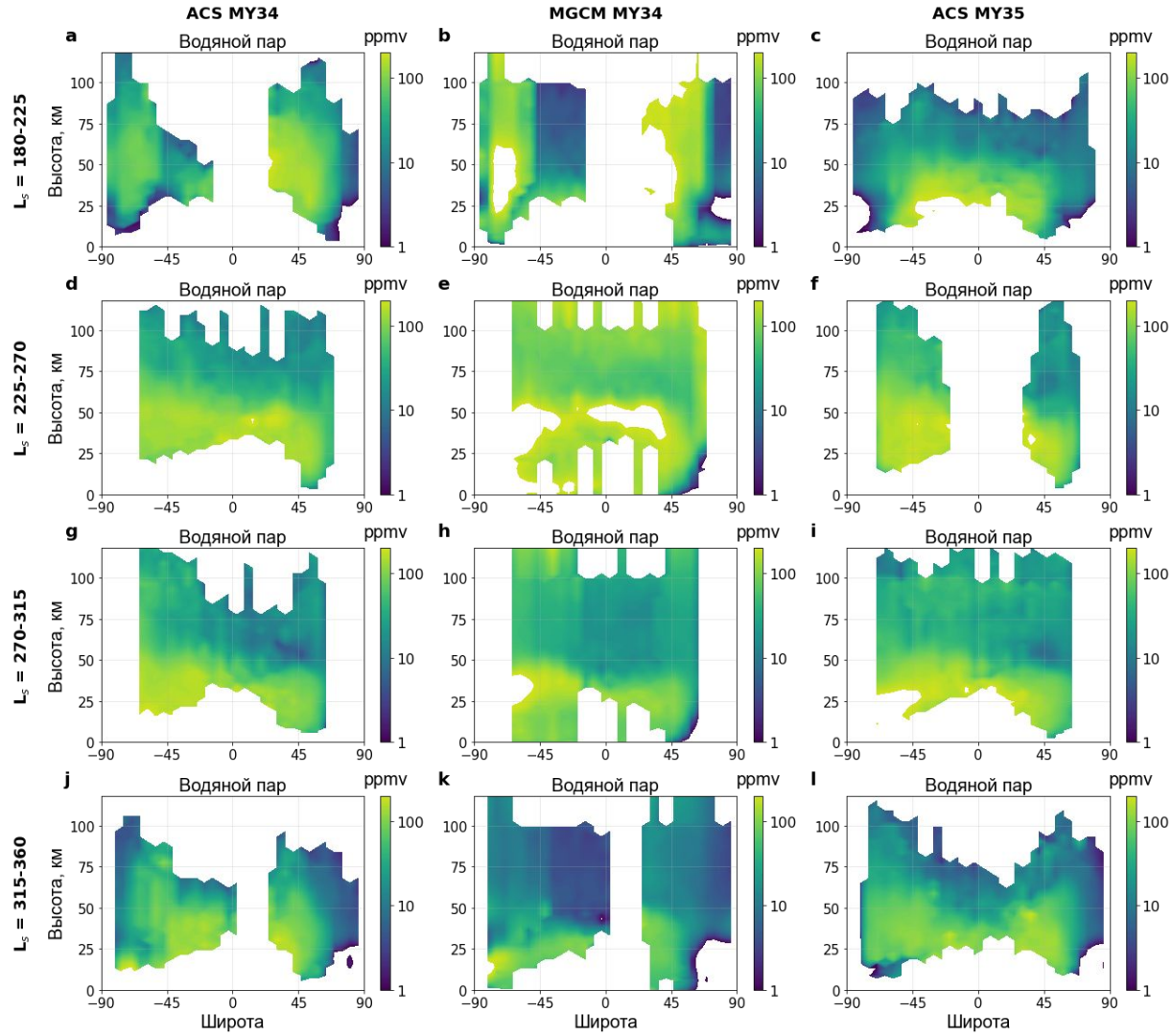
- ❑ Вторая половина Марсианского года - глобальные пылевые бури
- ❑ Совпадение общей формы графиков
- ❑ Неплохое количественное согласие



# Сравнение концентрации водяного пара

Модель показывает большее содержание водяного пара. Возможные причины этого:

- ❑ Избыточное количество мелких частиц пыли в моделировании
- ❑ Чувствительность к изменению температуры
- ❑ Недостаточно точный химический блок



## Выводы:

- ❑ Модель MAOAM успешно предсказывает температурный режим, показывая согласие с наблюдательными данными
- ❑ Для более точного воспроизведения водяного пара в верхней атмосфере требуется дальнейшая модификация гидрологического блока

## Планы на будущее:

- ❑ Промоделировать распределение водяного пара в MY35 и MY36
- ❑ Модифицировать блок микрофизики водяного пара и льда

## Литература:

- ❑ Shaposhnikov D.S., Rodin A.V., Medvedev A.S. The water cycle in the general circulation model of the Martian atmosphere. *Solar System Research*, 2016. V. 50. N. 2. P. 90-101.
- ❑ Shaposhnikov D.S. et al. Modeling the hydrological cycle in the atmosphere of Mars: Influence of a bimodal size distribution of aerosol nucleation particles. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 2018. V. 123. N. 2. P. 508-526.
- ❑ Shaposhnikov D.S. et al. Seasonal water “pump” in the atmosphere of Mars: Vertical transport to the thermosphere. *Geophysical Research Letters*, 2019. V. 46. N. 8. P. 4161-4169.

Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ №23-12-00207