

Аннотация

1. Авторы

Кораблев О.И., Трохимовский А.Ю., Федорова А.А., Беляев Д.А., Лугинин М.С., Патракеев А.С., Шакун А.В.

2. Название;

Открытие хлороводорода и поиск метана в атмосфере Марса

3. Ссылки на публикацию;

Oleg Korablev, Kevin S. Olsen, Alexander Trokhimovskiy, Franck Lefèvre, Franck Montmessin, Anna A. Fedorova, Michael J. Toplis, Juan Alday, Denis A. Belyaev, Andrey Patrakeev, Nikolay I. Ignatiev, Alexey V. Shakun, Alexey V. Grigoriev, Lucio Baggio, Irbah Abdenour, Gaetan Lacombe, Yury S. Ivanov, Shohei Aoki, Ian R. Thomas, Frank Daerden, Bojan Ristic, Justin T. Erwin, Manish Patel, Giancarlo Bellucci, Jose-Juan Lopez-Moreno, Ann C. Vandaele, Transient HCl in the atmosphere of Mars, *Science Advances*, Vol 7, Issue 7, 2021

<https://doi.org/10.1126/sciadv.abe4386>

K. S. Olsen, A. Trokhimovskiy, L. Montabone, A. A. Fedorova, M. Luginin, F. Lefèvre, O. I. Korablev, F. Montmessin, F. Forget, E. Millour, A. Bierjon, L. Baggio, J. Alday, C. F. Wilson, P. G. J. Irwin, D. A. Belyaev, A. Patrakeev and A. Shakun, Seasonal reappearance of HCl in the atmosphere of Mars during the Mars year 35 dusty season, *A&A*, Volume 647, A161, 2021

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140329>

A. Trokhimovskiy, A. A. Fedorova, K. S. Olsen, J. Alday, O. Korablev, F. Montmessin, F. Lefèvre, A. Patrakeev, D. Belyaev and A. V. Shakun, Isotopes of chlorine from HCl in the Martian atmosphere, *A&A*, Volume 651, A32, 2021

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140916>

F. Montmessin, O. I. Korablev, A. Trokhimovskiy, F. Lefèvre, A. A. Fedorova, L. Baggio, A. Irbah, G. Lacombe, K. S. Olsen, A. S. Braude, D. A. Belyaev, J. Alday, F. Forget, F. Daerden, J. Pla-Garcia, S. Rafkin, C. F. Wilson, A. Patrakeev, A. Shakun and J. L. Bertaux, A stringent upper limit of 20 pptv for methane on Mars and constraints on its dispersion outside Gale crater, *A&A*, Volume 650, A140, 2021

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140389>

4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность

Работы выполнены на основе данных российского прибора АЦС МИР (средний ИК-диапазон 2.3–4.2 микрометра), созданным в ИКИ РАН для исследования атмосферы Марса, измерениям метана и поиска малых составляющих атмосферы с орбитального аппарата TGO миссии ЭкзоМарс 2016.

Прибор представляет собой эшелле-спектрометр со скрещенной дисперсией для работы в режиме солнечных просвечиваний. 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. Прибор МИР имеет высокую спектральную разрешающую способность (~30 000) и хорошее отношение сигнал/шум (~5000 без учета усреднения), что позволяет при наблюдении солнечных затмений достичь предела детектирования газов рекордных для Марса 20–50 частей на триллион.

5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение

Поиск метана и других малых составляющих в атмосфере Марса со значительно большей точностью по сравнению с предыдущими работами.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность.

Установка высокоточной аппаратуры на борту орбитального космического аппарата позволяет проводить непрерывный мониторинг атмосферы Марса. До настоящей миссии и этого прибора измерений подобного уровня не проводилось.

7. Полученные результаты и их значимость.

ACS начал измерения с апреля 2018-го и в первых измеренных спектрах пропускания атмосферы линии поглощения хлороводорода отсутствовали. Однако измеряемые концентрации HCl были обнаружены после осеннего равноденствия в северном полушарии, когда начиналась глобальная пылевая буря. Далее, за счет перемешивания атмосферы хлороводород был обнаружен и в северном полушарии, в концентрациях в несколько раз меньше. Затем содержание хлороводорода довольно быстро упало до недетектируемых значений. Наблюдаемый цикл HCl не совпадает ни с одной из существующих моделей циркуляции атмосферы. В первой работе (Korablev et al.) описано само открытие и возможные пути образования газа. Во второй статье (Olsen et al.) проведен анализ нескольких лет наблюдений и показано, что возникновение HCl носит сезонный характер и не имеет явной связи с пылевой активностью, которая на Марсе сильно разнится от года к году. В третьей

статье (Trokhimovskiy et al.) проведен анализ изотопного отношения хлора в составе хлороводорода. Показано, что в отличие от других летучих в атмосфере Марса, которые обогащены тяжелыми изотопами вследствие диссипации, изотопный состав HCl практически совпадает с Земным. Это позволило сделать вывод что хлор не участвует в долгосрочном цикле взаимодействия атмосферы и поверхности.

Главной задачей миссии был поиск метана как потенциального биомаркера. Анализ трех лет измерений в статье Montmessin et al. подтвердил первоначальные выводы что метан отсутствует в атмосфере, верхний предел концентраций составляет всего 10 частей на триллион. Крайне затруднительно согласование отсутствия метана в спектрах TGO с положительными обнаружениями марсоходом Curiosity. Верхний предел получаемый нами по данным АЦС в десять раз ниже содержания метана, измеренного Curiosity.