

Аннотация к научной работе:

1. Никифоров С.Ю., Митрофанов И.Г., Литвак М.Л., Лисов Д.И., Дьячкова М.В., Джун И., Тейт К.Г., Санин А.Б.

2. « Assessment of water content in martian subsurface along the traverse of the Curiosity rover based on passive measurements of the DAN instrument »

3. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.113818>

4. Проведение анализа данных пассивных измерений нейтронов прибором Динамическое Альbedo Нейтронов (ДАН), который установлен на борту марсохода НАСА «Кьюриосити». Данная работа была выполнена с целью оценки содержания воды в верхних слоях грунта Марса вдоль трассы движения этого марсохода. На данный момент прибор ДАН не имеет мировых аналогов, а все анализируемые данные публикуются впервые. Данная работа является актуальной, так как оценки подповерхностной воды необходимы для мониторинга залежей гидратированных минералов вдоль трассы марсохода на глубине до 1м, сравнения с данными других наблюдений (научная аппаратура на марсоходе и орбитальные наблюдения) и восстановления картины геохимических процессов, произошедших в кратере Гейл.

5. Изучение содержания воды в грунте Марса входит в список фундаментальных задач по исследованию планеты. С помощью наблюдений ДАН могут быть решены следующие важные задачи:

(1) Обеспечение экспериментальных оценок нейтронных потоков и экспериментальных оценок химического и изотопного состава вещества для изучаемого грунта при планировании научных экспериментов и проведении физических калибровок научной аппаратуры на Земле;

(2) Построение профиля пространственной переменности водной компоненты в грунте вещества;

(3) Выявление «особых» районов на поверхности небесного тела, где наблюдается аномальный нейтронный поток, указывающий на повышенное или пониженное содержание воды.

6. Новизна представленного исследования состоит в том, что разработанный метод обработки и анализа пассивных данных прибора ДАН позволил получить принципиально новые знания о распределении воды в грунте вдоль трассы движения марсохода НАСА «Кьюриосити». ДАН работает в активном и пассивном режимах работы. В активном режиме работы нейтронный генератор, входящий в состав прибора ДАН, облучает поверхность под марсоходом импульсными потоками быстрых нейтронов, а детекторы ДАН регистрируют как они с течением времени замедляются в подповерхностном слое грунта, позволяя оценить профиль содержания воды по глубине. В пассивном режиме работы нейтронный генератор выключен и детекторы измеряют естественный нейтронный фон (произведенный галактическим космическими лучами) и наведенный (от

радиоизотопного источника марсохода). Вариации этого фона используются для оценки среднего содержания подповерхностной воды. Существенной особенностью измерений в активном режиме является запрет на работу генератора во время движения марсохода. Поэтому сеансы активных измерений производятся только на остановках марсохода. Эти точки могут быть удалены друг от друга на несколько сотен метров. Размер «пятна» нейтронного зондирования в одном активном измерении составляет около 3 метров, поэтому суммарная доля поверхности вдоль трассы движения марсохода, которая зондируется прибором ДАН в активном режиме, составляет лишь порядка 10% от полного пути движения. С другой стороны, детекторы тепловых и эпитепловых нейтронов прибора ДАН работают практически постоянно в пассивном режиме как во время движения, так и во время стоянок. Поэтому данные пассивных измерений детекторами прибора ДАН локальных потоков эпитепловых и тепловых нейтронов сопровождают каждый пройденный марсоходом отрезок пути с характерным размером около 3 метров по ширине. Их анализ позволяет существенно дополнить данные активных измерений ДАН.

Новизна представленного исследования состоит в следующем:

- Разработан метод оценки содержания воды в грунте Марса по данным эксперимента ДАН, полученным прибором в пассивном режиме с учетом результатов измерений этого прибора в активном режиме;
- На основе применения разработанного метода построен непрерывный профиль содержания воды в грунте с пространственным разрешением около 3 метров вдоль участка трассы движения марсохода протяженностью около 20 км на дне кратера Гейл.

7. Разработанный в рамках данной работы метод обработки пассивных данных прибора ДАН позволил провести детальный анализ данных измерений потоков тепловых и эпитепловых нейтронов в окрестности марсохода «Кьюриосити» в кратере Гейл. На основе результатов данной обработки были построены пространственные профили содержания воды в грунте Марса вдоль движения марсохода.

Во-вторых, полученные в данной работе оценки содержания воды вдоль трассы движения марсохода на основе анализа пассивных измерений прибора ДАН позволяют провести их обработку и анализ совместно с данными других экспериментов на всем пути движения марсохода. Указанные оценки приведены не только в статье, но и размещены на общедоступных ресурсах интернета.

В-третьих, опыт обработки экспериментальных данных пассивных измерений прибора ДАН способствовал разработке концепции перспективного прибора АДРОН-РМ для миссии Роскосмос-ЕКА «ЭкзоМарс» и выработке программы научных исследований с этим прибором на Марсе.