

# НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИКИ РАН, ГОТОВЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ

2021г.

## Создана уникальная карта удельных запасов углерода в лесах России на основе данных дистанционного зондирования

Институтом космических исследований РАН и Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН разработаны новые подходы, а также уникальный комплекс методов и технологий, позволяющие на основе спутниковых данных дистанционного зондирования осуществлять оценку запасов углерода в лесах России (рис. 1). Разработанные методы основаны на использовании данных измерений оптических характеристик земного покрова для оценки ключевых характеристик лесов, определяющих запасы в них углерода, включая породный состав и объем древесной биомассы. Использование полученных характеристик совместно с имеющимися зависимостями и моделями роста лесов, позволяет оценивать их возраст и продуктивность, а также вычислять запас углерода в живых и мертвых фракциях деревьев и напочвенного покрова.

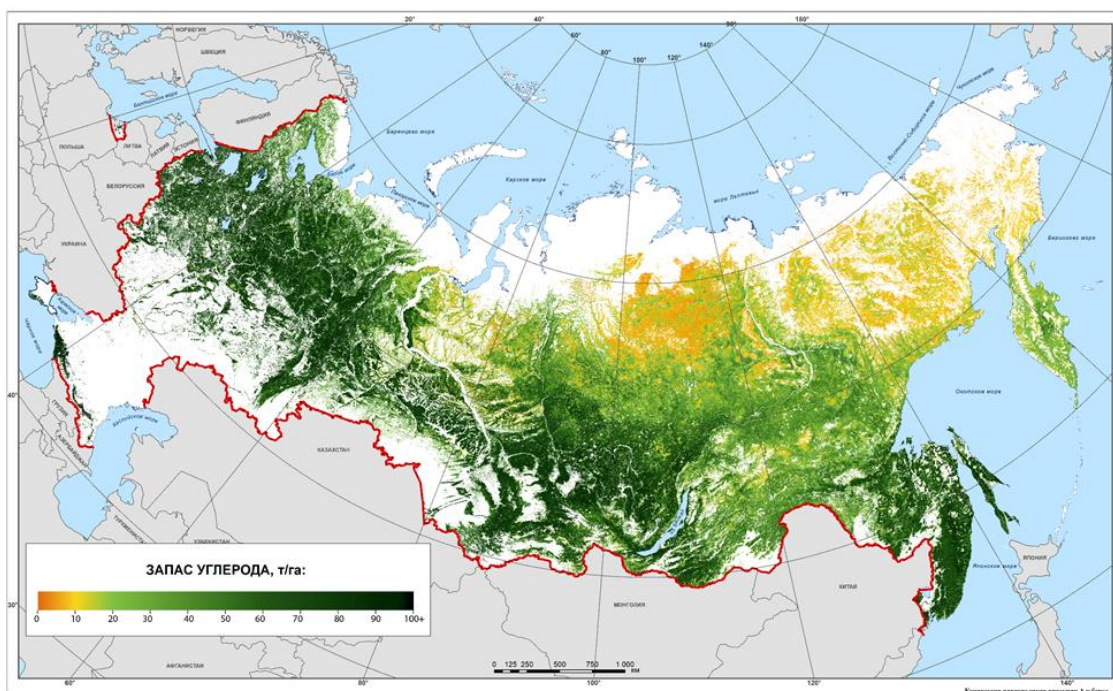


Рис. 1 - Удельный запас углерода в лесах России на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса

Полученная карта отражает детальную информацию о пространственном распределении запаса углерода в лесах России, общий объем которого (без учета почв), согласно полученным данным, превышает  $52 \times 10^9$  т. Полученные результаты открывают возможность решения важнейшей государственной задачи объективной оценки содержания углерода в лесах России, что не обеспечивается ни одним из других существующих в настоящее время методов.

Исследования выполнены в рамках проекта «Космическая научная обсерватория мониторинга углерода лесов России» при поддержке гранта Российского научного фонда на проведение исследований на базе Лабораторий мирового уровня. При проведении исследований использовалась инфраструктура Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (<http://ckp.geosmis.ru/>).

*Bartalev S., Egorov V., Khovratovich T., Khvostikov S., Loupian E., Saigin I., Stytsenko F., Vorushilov I., Zharko V.* Multi-year national-scale monitoring of Russian forest properties using Earth observations and growth modeling for carbon assessment // The International Boreal Forest Research Association Conference, August 16-20, 2021 (<https://sites.google.com/alaska.edu/ibfra2021/session-3>)

Направление науки: 1.5. Науки о Земле. 1.5.12. Метрология и цифровизация в науках о Земле  
1.5.12.2. Разработка аппаратуры и методов дистанционного зондирования Земли, включая новые системы измерения и обработки данных

## Мониторинг радиационной обстановки при полете космических аппаратов к Марсу

Митрофанов И.Г.<sup>1</sup>, Литвак М.Л.<sup>1</sup>, Малахов А.В.<sup>1</sup>, Санин А.Б.<sup>1</sup>, Мокроусов М.И.<sup>1</sup>, Козырев А.С.<sup>1</sup>, Головин Д.В.<sup>1</sup>, Бахтин Б.<sup>1,2</sup>, Никифоров С. Ю.<sup>1</sup>, Лисов Д.И.<sup>1</sup>, Аникин А.А.<sup>1</sup>, Zeitlin С.<sup>3</sup>, Semkova J.<sup>4</sup>, Koleva R.<sup>4</sup>, Бенгин В.В.<sup>5</sup>, Dachev, T.<sup>4</sup>, Matviichuk Y.<sup>4</sup>, Tomov B.<sup>4</sup>, Krastev K.<sup>4</sup>, Maltchev S.<sup>4</sup>, Dimitrov P.<sup>4</sup>, Bankov N.<sup>4</sup>, Шуршаков В.И.<sup>5</sup>, Дробышев С.Г.<sup>5</sup>

Анализ данных, полученных российским детектором высокоэнергетических нейтронов ХЕНД, установленным на борту КА НАСА «Марс Одиссей», и болгарским дозиметрический прибором Люлин-МО, входящим в состав российского телескопа нейтронов высокого разрешения ФРЕНД КА TGO российско-европейского проекта «ЭкзоМарс» показывает, что:

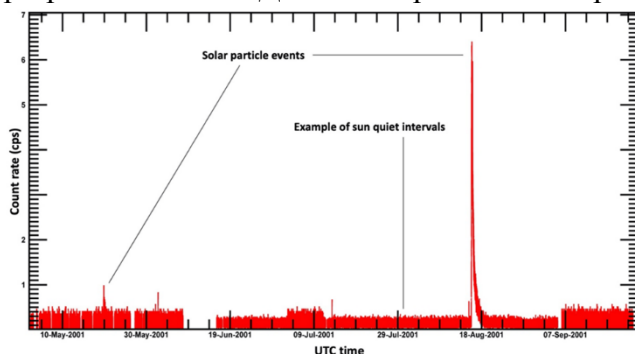


Рисунок 1. Изменение потока нейтронов в измерениях приборе ХЕНД во время перелета к Марсу. Периоды с различными статистическими вариациями соответствуют различным временам накопления одного кадра получения данных (20 и 60 с).

1) экстраполяция данных, полученных во время перелета КА «Марс Одиссей» к Марсу, осуществленного с мая по сентябрь 2001 года в течение периода максимума 23-го солнечного цикла (см. рисунок 2) на солнечный минимум показывает, что мощность эквивалента дозы нейтронов во время полета к Марсу в этот период может достигать 52 мкЗв в день;

2) по данным, полученным с мая 2018 г. по декабрь 2019 г. наблюдается зависимость распределения потока ГКЛ от марсианской широты и долготы, что указывает на различие значений эквивалентных доз в различных районах Марса; наблюдается хорошее согласие между измеренными временными профилями

скоростей счета ГКЛ блоком Люлин-МО, детекторами нейтронов прибора ФРЕНД и детектором нейтронов высоких энергий ХЕНД на борту КА НАСА «Марс Одиссей» (см. рисунок 2); наблюдается ухудшение радиационной обстановки в межпланетном пространстве в течение этого периода наблюдений. Оценки показывают, что относительно значений, измеренных во

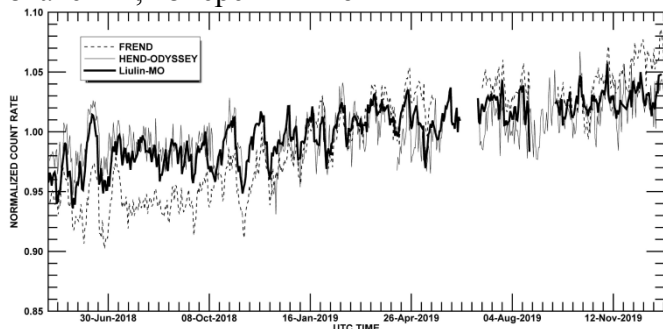


Рисунок 2. Вариации профилей ГКЛ, измеренных приборами Люлин-МО, ХЕНД и ФРЕНД за период с мая 2018 по декабрь 2019 года

время перелета TGO к Марсу (апрель-сентябрь 2016 г.), поток частиц в свободном межпланетном пространстве в декабре 2019 г увеличился как минимум на 16%, а мощность дозы - на 23%. Мощность дозы ГКЛ в свободном пространстве в течение минимума 24-го солнечного цикла, основанная на данных Люлин-МО, значительно выше, чем мощность дозы, измеренная прибором CRaTER на борту КА НАСА LRO в течение минимума 23-го солнечного цикла.

Полученные данные важны для планирования будущих пилотируемых экспедиций к Марсу, в том числе и с точки зрения обеспечения радиационной безопасности космонавтов.

Результаты опубликованы:

Litvak M.L., Mitrofanov I.G., et al. *Observations of neutron radiation environment during Odyssey cruise to Mars, Life Sciences in Space Research, 2021, Volume 29.*

Semkova J, Koleva R., et al., *Results from radiation environment measurements aboard ExoMars Trace Gas Orbiter in Mars science orbit in May 2018–December 2019, Icarus, 2021, Volume 361.*

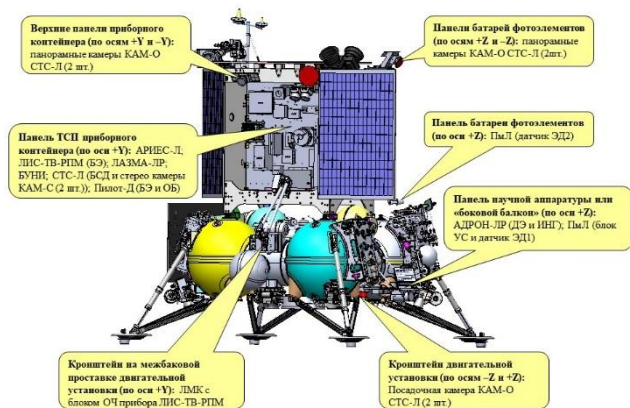
1.3 Физические науки, разделы 1.3.3.3-1.3.3.7, 1.3.7.4-1.3.7.5 Тема ОСВОЕНИЕ, № 0028-2019-0003, рег. № АААА-А18-118012290370-6, грант РФФИ 19-52-18009, грант РНФ 19-72-10144

<sup>1</sup>Институт космических исследований РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия; <sup>3</sup>Leidos, Inc., Houston, TX 77058, USA; <sup>4</sup>Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; <sup>5</sup>Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

## Завершение поставки и установка на борт комплекса научной аппаратуры космического аппарата «Луна-25»

Коллектив ИКИ РАН

В апреле 2021 года была полностью завершена поставка комплекса научной аппаратуры космического аппарата «Луна-25» (см. рисунок) проекта «Луна-Глоб». В настоящий момент все научные приборы установлены на борт космического аппарата «Луна-25». В состав научной аппаратуры этого космического аппарата входят 9 научных приборов. Это созданные ИКИ РАН в сотрудничестве с другими организациями приборы АДРОН-ЛР, АРИЕС-Л, БУНИ, ЛАЗМА-ЛР, ЛИС-ТВ-РПМ, ЛМК, ПмЛ, СТС-Л и прибор европейского космического агентства Пилот-Д.



**Рисунок.** Космический аппарат «Луна-25» с указанием мест размещения научных приборов

и построения 3-D модели участка поверхности для обеспечения работы ЛМК. Прибор БУНИ осуществляет сбор и хранение научной и служебной информации от приборов; прием команд и кода бортового времени от бортового комплекса управления КА; выдачу команд в приборы; контроль работоспособности приборов. Прибор Пилот-Д является прототипом создаваемой ЕКА системы высокоточной околопланетной навигации и уклонения от опасностей при посадке и устанавливается на борт КА «Луна-25» в качестве демонстратора для отработки технологии такой системы.

Запуск космического аппарата «Луна-25» запланирован на июль 2022 года. Этот проект реализуется по заказу Российской академии наук в рамках Федеральной космической программы 2016–2025 гг. и финансируется Государственной корпорацией «Роскосмос». Космический проект «Луна-25» открывает долгосрочную российскую лунную программу, которая предусматривает миссии по изучению Луны с орбиты и поверхности, забор и возврат лунного грунта на Землю, а также, в перспективе, — строительство посещаемой лунной базы и полномасштабное освоение нашего спутника.

Результаты опубликованы: по итогам разработки научной аппаратуры КА «Луна-25» подготовлен комплекс из семи научных статей, которые составят содержание отдельного номера тома журнала «Астрономический вестник», выпуск которого намечен на конец 2021 года.

1.3. Физические науки, разделы 1.3.3.3, 1.3.3.4, 1.3.3.6, 1.3.3.7, 1.3.7.4-1.3.7.5, 1.3.4.3, 1.3.7.1, 1.3.7.5; 1.5. Науки о земле: 1.5.3.4.

Контракт №4 7702388027160001160/80/1531-3-2016 от 31.05.2017 (СЧ ОКР «Луна-Глоб-НА-ПсМ») между ИКИ РАН и АО «НПО Лавочкина»; Тема ОСВОЕНИЕ, № 0028-2019-0003, рег. № АААА-А18-118012290370-6

Приборы АДРОН-ЛР, ЛАЗМА-ЛР, ЛИС-ТВ-РПМ должны обеспечить исследования состава (минералогического, химического, элементного, изотопного) реголита лунной поверхности, прибор ЛМК - его физических свойств, приборы ПмЛ и АРИЕС-Л - изучение ионной и нейтральной экзосферы Луны и эффектов взаимодействия поверхности Луны с межпланетной средой. Научная аппаратура СТС-Л предназначена для проведения ТВ-съемки поверхности во время посадки, панорамной съемки поверхности, обстановки и предметов вокруг космического аппарата, стереосъемки