

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИКИ РАН)

УДК 523.2 523.4 523.6

Номер государственной регистрации 01200602993

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института космических исследований
Российской академии наук
чл.-корр. РАН



А.А. Петрукович

« 13 » декабря 2019 г.
м.п.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Исследование атмосфер и поверхностей планет

(промежуточный)

Тема ПЛАНЕТА

0028-2019-0016

Научный руководитель
академик РАН







Л.М. Зелёный

« 13 » декабря 2019 г.

Москва

2019

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Наименования разделов:	Ответственные исполнители разделов темы:		
Раздел 1: Марс		13.12.2019	Кораблёв О.И. зав. отд., д.ф.-м.н.
Раздел 2: Венера		13.12.2019	Беляев Д. А. с.н.с., к.ф.-м.н.
Раздел 3: Ранняя эволюция планетных тел		13.12.2019	Герасимов М.В. зав. лаб., к.ф.-м.н.
Раздел 4: Малые тела Солнечной системы		13.12.2019	Захаров А.В. г.н.с., д.ф.-м.н.
Раздел 5: Внесолнечные планетные системы		13.12.2019	Тавров А.В. зав. лаб., д.т.н.
Раздел 6: Теоретические исследования		13.12.2019	Петросян А.С. зав. сект., д.ф.-м.н.

РЕФЕРАТ

Отчет 39 стр., 8 рис., 143 источников.

ПЛАНЕТЫ, МАРС, ВЕНЕРА, ЛУНА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ЭКЗОПЛАНЕТЫ, МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ, ПЛАЗМЕННО-ПЫЛЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ, ЭВОЛЮЦИЯ КОМЕТНЫХ ЯДЕР, ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАНЕТ И ИХ СПУТНИКОВ, ЭВОЛЮЦИЯ ПЛАНЕТНЫХ ТЕЛ, КОМЕТА, МОДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ, МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Раздел 1 Марс	7
2 Раздел 2 Венера	10
3 Раздел 3 Ранняя эволюция планетных тел.....	12
4 Раздел 4 Малые тела Солнечной системы.....	15
5 Раздел 5 Внесолнечные планетные системы	17
6 Раздел 6 Теоретические исследования.....	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	21

ВВЕДЕНИЕ

Институт космических исследований Российской академии наук проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в соответствии с государственным заданием ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ по следующим научным направлениям.

- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области астрофизики и радиоастрономии (номер направления в Программе 16, 14)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области Физики космической плазмы, энергичных частиц, Солнца и солнечно- земных связей (номер направления в Программе 16, 14)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планет и малых тел Солнечной системы (номер направления в Программе 16, 129)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планеты Земля (номер направления в Программе 137, 138)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области механики, систем управления и информатики (номер направления в Программе 21)
- Развитие исследовательской, конструкторской, опытно-экспериментальной базы научного космического приборостроения и методов экспериментальной физики (номер направления в Программе 16)

Эти направления НИР и ОКР соответствуют следующим направлениям фундаментальных исследований, указанным в Программе фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013 - 2020 годы, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 03 декабря 2012 г., № 2237-р

п/п	Направление фундаментальных исследований	Номер направления в «Программе»
1	Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхождение, строение и эволюция Вселенной, природа темной материи и темной энергии, исследование Луны и планет, Солнца и солнечно-земных связей, развитие методов и аппаратуры внеатмосферной астрономии и исследований космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач	16
2	Современные проблемы физики плазмы, включая физику астрофизической плазмы, физику низкотемпературной плазмы и основы её применения в технологических процессах	14
3	Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли. Космохимия планет и других тел Солнечной системы. Возникновение и эволюция биосферы Земли, биогеохимические циклы и геохимическая роль организмов.	129
4	Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии.	138

5	Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества	137
6	Общая механика, навигационные системы, динамика космических тел, транспортных средств и управляемых аппаратов, механика живых систем.	21

Фундаментальные и прикладные научные исследования планет и малых тел проводятся по теме 0028-2019-0016 ПЛАНЕТА
Тема 0028-2019-0016 ПЛАНЕТА является частью государственного задания ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ.

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2019г. по теме ПЛАНЕТА. Исследование атмосфер и поверхностей планет

Тема ПЛАНЕТА. Исследование атмосфер и поверхностей планет

Гос.рег. № 01200602993

Науч.рук.: академик РАН Зелёный Л.М.

Зам. рук. темы : член-корр. РАН, д.ф.-м.н. Кораблёв О.И, д.ф.-м.н. Захаров А.В.

Раздел 1. МАРС

1.1 Водяной пар в средней атмосфере в пылевой сезон на Марсе по данным ACS/TGO

Вертикальное распределение водяного пара является индикатором роли различных процессов, контролирующих круговорот воды на Марсе. Между тем, его поведение в средней атмосфере, межгодовая и сезонная изменчивость все еще плохо изучены.

Последние исследования показали, что вертикальное распределение воды играет главную роль в процессах диссипации водорода на Марсе и потери воды из атмосферы. Вопреки предшествующим представлениям, было обнаружено, что молекулы воды, достигающие высот 80 км в сезон перигелия на Марсе, и могут быть прямым источником атомарного водорода в верхней атмосфере.

С апреля 2018 года эксперименты на борту КА TGO (Trace Gas Orbiter) миссии ExoMars 2016 начали непрерывные измерения вертикального распределения водяного пара с высокой точностью и хорошим пространственным покрытием. Здесь мы представляем результаты спектрометра NIR в составе комплекса ACS (Atmospheric Chemistry Suite), полученные за первый год наблюдений в период с Ls 160° до Ls 360° марсианского года 34. Одновременные измерения коэффициента перемешивания водяного пара, вертикального распределения температуры и пыли, а также облаков водяного льда позволили проследить сложное поведение воды в пылевой сезон. Во время глобальных и региональных пыльных бурь, которые произошли в этот период, профили водяного пара показали чрезвычайно динамичное поведение, резко отклоняющееся от модельных прогнозов.

1.2 Наблюдения ночного свечения O₂ в атмосфере Марса прибором SPICAM/MEX

Ночное свечение является хорошим индикатором циркуляции в средней атмосфере Марса в полярных регионах. В отличие от дневного свечения O₂(a1Δg), вызванного фотолизом озона на Марсе, ночное свечение O₂(a1Δg) является продуктом рекомбинации атомов кислорода, образующихся в результате фотолиза CO₂ на дневной стороне на высотах выше 80 км и переносимых на ночную сторону циркуляцией в ячейке Хэдли :
 $O+O+O+CO_2 - O_2^* + CO_2$.

Первые наблюдения ночного свечения были получены прибором OMEGA на борту аппарата "Марс-Экспресс" в 2010 году и позднее подтверждены и исследованы прибором CRISM на Mars-Reconnaissance-Orbiter и SPICAM на Mars-Express.

АОПФ спектрометр SPICAM IR зондирует марсианскую атмосферу в ближнем ИК-диапазоне (1-1,7 мкм) со спектральным разрешением 3,5 см⁻¹ в надире, лимбовом режиме и в режиме солнечных и звездных затмений с января 2004 г. Это позволяет проводить измерения эмиссии O₂ с хорошей спектральной мощностью (~2200). FOV спектрометра в надирных и лимбовых наблюдениях составляет 1°, что соответствует вертикальному разрешению от 20 до 100 км. В 2019 году были получены сезонные карты ночного свечения O₂ по данным за несколько марсианских лет, начиная с MY32.

1.3 Восстановление малых составляющих по данным экспериментов комплекса ACS на КА TGO

Продолжена работа по разработке алгоритмов для восстановления малых газовых составляющих в экспериментах комплекса ACS (The Atmospheric Chemistry Suite) на борту КА TGO (Trace Gas Orbiter). ACS состоит из трех спектрометров (NIR, MIR, и

TIRVIM), нацеленных на наблюдения атмосферы Марса методом солнечных затмений и в нади́р. Были получены вертикальные профили молекулярного кислорода в диапазоне от 10 до 50 км за период наблюдений с апреля по декабрь 2018 года, получены предварительные значения верхних пределов по содержанию некоторых азотных, серных, органических соединений в атмосфере Марса, а также гидрокарбонатов.

1.4 Восстановление плотности и температуры атмосферы Марса по данным солнечных просвечиваний ACS-MIR КА ExoMars/TGO

В 2019 году была продолжена обработка данных по восстановлению высотных профилей плотности CO₂ и температуры атмосферы Марса, полученных в режиме солнечного просвечивания спектрометром ACS-MIR с борта КА ExoMars/TGO.

Спектрометр ACS-MIR измеряет пропускание атмосферы в ближнем ИК диапазоне спектра от 2.2 до 4.2 мкм, где содержится множество сильных и слабых полос поглощения молекулы CO₂. По этим полосам восстанавливаются как плотность, так и температура атмосферы в широком диапазоне высот: от 5 до 200 км. По флуктуациям высотных профилей плотности и температуры было проанализировано наличие внутренних гравитационных волн в атмосфере Марса и получены первые оценки их параметров.

1.5 Спектрометр TIRVIM комплекса ACS на борту ExoMars TGO: термическое зондирование

Фурье-спектрометр TIRVIM, входящий в комплекс приборов ACS, предназначен для термического зондирования атмосферы Марса и наблюдений в режиме солнечных затмений. Продолжена обработка данных, полученных в 2018-2019. Исследована эволюция поля температур и оптической толщины пыли в период пылевой бури, общие содержания и вертикальные профили концентрации пыли и водяного льда от поверхности до 100 км.

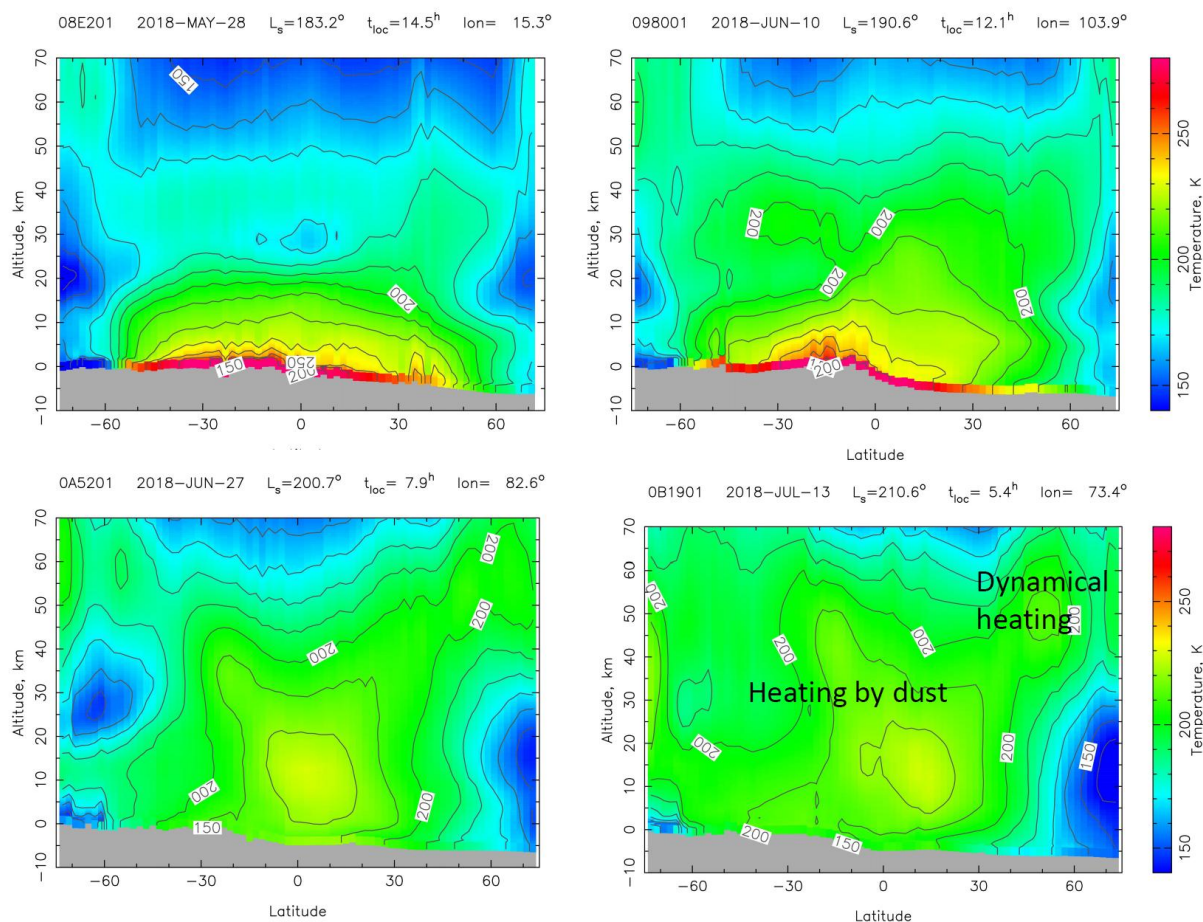


Рисунок 1. Эволюция поля температуры во время тепловой бури: разогрев атмосферы вследствие поглощения пылью солнечного излучения в низких широтах приводит к

усиления циркуляции в ячейке Хэдли и, таким образом, динамическому нагреву на высотах более 40 км в высоких широтах.

1.6 Оценка чувствительности измерения содержания малых газовых составляющих атмосферы Марса в эксперименте ФАСТ/ЭкзоМарс-2020

В 2019 году была проведена оценка чувствительности измерения содержания малых газовых составляющих атмосферы Марса в эксперименте ФАСТ/ЭкзоМарс-2020. Были оценены пределы детектирования молекул метана и водяного пара и его изотопов.

1.7 Исследование свойств аэрозолей в атмосфере Марса по данным приборов ТИРВИМ и НИР на борту КА «ТГО»

В 2019 г. был проведен предварительный анализ научных данных приборов ТИРВИМ и НИР, работающих на орбите Марса с апреля 2018 г. на борту КА «ТГО». Были обработаны данные с 886 сеансов солнечного просвечивания, выполненных с 5 мая 2018 г. по 31 декабря 2018 г. Были восстановлены высотные профили пропускания, оптической толщины на луче зрения и аэрозольного коэффициента ослабления на 19 длинах волн в диапазоне $1700\text{--}5000\text{ см}^{-1}$ прибора ТИРВИМ и 5 длинах волн в диапазоне $6000\text{--}13000\text{ см}^{-1}$ прибора НИР (см. Рис.). Был разработан метод, позволяющий восстанавливать высотные профили размеров частиц пыли и кристаллов водяного льда и их счетной концентрации, на их основе производилась оценка массового содержания аэрозолей.

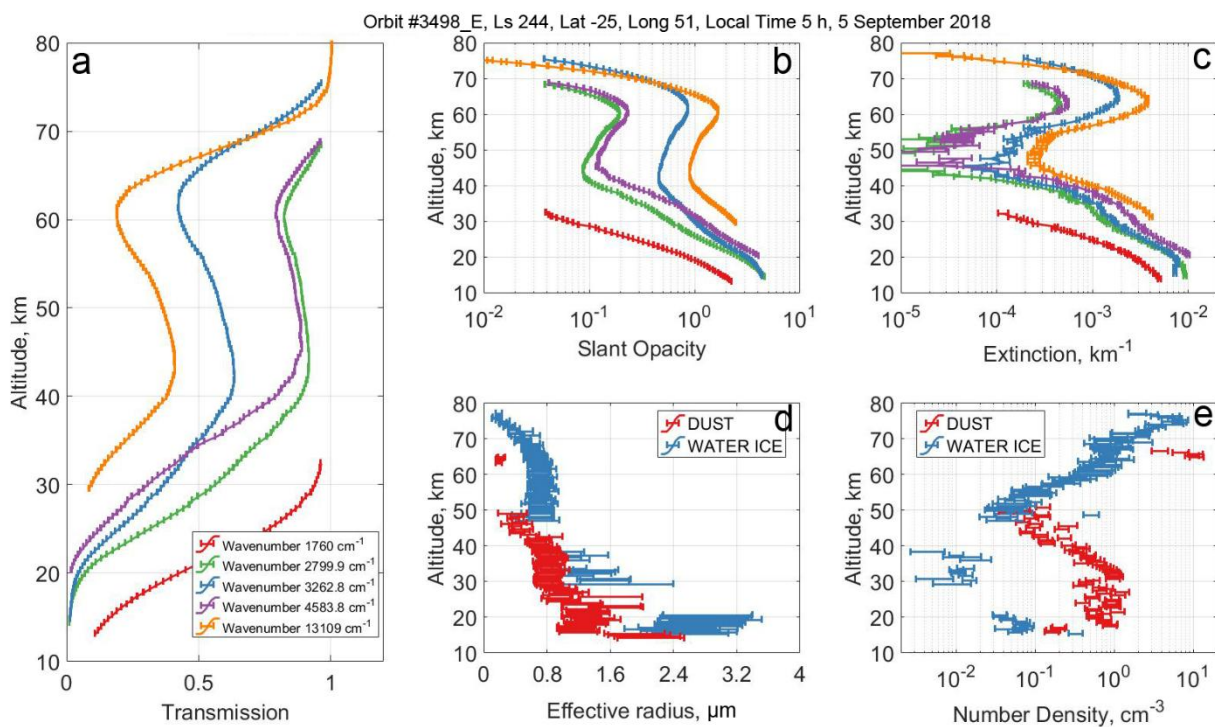


Рисунок 1. Восстановленные высотные профили: (а) пропускания; (б) оптической толщины на луче зрения; (с) объемного коэффициента ослабления с орбиты #3498_E (5 сентября 2018 г.) на 5 длинах волн в диапазоне $1700\text{--}13000\text{ см}^{-1}$; (д) эффективного радиуса пыли и водяного льда; (е) счетной концентрации пыли и водяного льда.

В период с июня по октябрь 2018 г. на Марсе произошла глобальная пылевая буря. В это время приборами ТИРВИМ и НИР проводился мониторинг аэрозолей в диапазоне высот 0–100 км. С помощью разработанного метода были восстановлены размеры частиц, счетные концентрации и объемное содержание пыли и водяного льда.

Раздел 2. ВЕНЕРА

2.1 Исследование молекулярных поглотителей в УФ альbedo Венеры

Исследование ультрафиолетового (УФ) альbedo Венеры позволяет оценить содержание молекулярных поглотителей на уровне верхней границы облаков (высоты 65-75 км). В 2019 году по результатам анализа альbedo, измеренного спектрометром СПИКАВ (аппарат «Венера-Экспресс») в 2006-2014 год, были впервые установлены климатические особенности поведения двуокиси серы (SO₂) над облаками Венеры и ее взаимосвязь с остальными УФ поглотителями в облаках.

2.2 Обработка данных звёздных просвечиваний, полученных спектрометром СПИКАВ УФ

В 2019 году были получены вертикальные профили относительного содержания двуокиси серы (SO₂) и озона (O₃) по данным звездных просвечиваний СПИКАВ-УФ. Полный набор данных за период наблюдений с 2006 по 2014 г был проанализирован с учетом усовершенствованной методики очищения спектров звезд от засветки, эффективность которой была показана в 2018 году. Таким образом, увеличилось на 30% количество наблюдений, в которых был детектирован SO₂, по сравнению с предыдущим исследованием Belyaev et al., 2017. Озон был зарегистрирован в 172 наблюдениях, и это первый глобальный мониторинг этого газа в ночной мезосфере Венеры. Предварительный анализ полученных значений показывает, что среднее значение относительного содержания SO₂ составляет ~200 ppbv, а содержание озона варьируется в пределах 10-50 ppbv на высотах 85-105 км.

2.3 Свечение кислорода в ночной атмосфере по данным наблюдений СПИКАВ-ИК/«Венера-Экспресс»

В 2019 году получены предварительные результаты анализа данных ночных наблюдений инфракрасным (ИК) каналом спектрометра СПИКАВ космической миссии "Венера-Экспресс", выполненных в надири. Такая геометрия наблюдений позволяла изучать несколько источников ИК излучения. Наблюдалось тепловое излучение подоблачной атмосферы и поверхности в узких спектральных интервалах, «окнах прозрачности», где поглощение и рассеяние атмосферными компонентами мало. СПИКАВ-ИК также регистрировал атмосферное свечение кислорода в полосе 1.27 мкм, формирующееся на высоте ~96 км в результате осаждения и рекомбинации атомов O, переносимых с дневной стороны планеты. Свечение отражает динамику верхней мезосферы на ночной стороне на высотах 95-100 км, где атомарный кислород вовлечен в глобальную атмосферную циркуляцию, доминирующим механизмом которой перенос вещества из подсолнечной в противосолнечную точку.

Полоса свечения O₂ расположена в спектральном диапазоне, соответствующем окну прозрачности 1.28 мкм, однако, благодаря высокому спектральному разрешению прибора, возможно разделить спектр свечения кислорода от теплового излучения. Для этого рассчитывается теоретическое излучение в окнах прозрачности при использовании модели радиационного переноса с учетом многократного рассеяния, зависящая от концентрации частиц мод 2 и 3 в нижнем и среднем облачном слое, относительного содержания водяного пара в нижней атмосфере Венеры и значения излучательной способности поверхности. Параметры оптимизируются для каждого наблюдения, и теоретический спектр исключается из экспериментальных данных. Полученная разность является чистым спектром свечения O₂, по которому вычисляется полная интенсивность свечения в одном наблюдении.

Предварительные результаты анализа наблюдений спектрометра СПИКАВ-ИК в диапазоне с 19 часов вечера до 5 часов утра по местному времени и с 75° с.ш. до 75° ю.ш., накопленные с 2006 по 2014 г., показали, что максимум свечения соответствует противосолнечной точке, где интенсивность излучения равна ~1.9 МР (Рис. 1). Результаты

согласуются с анализом наблюдений VIRTIS-M «Венеры-Экспресс» в 2006-2009, выполненным Soret et al. [1]. Данные были сгруппированы и усреднены по координатной сетке с шагом 30 минут по времени и 5° по широте.

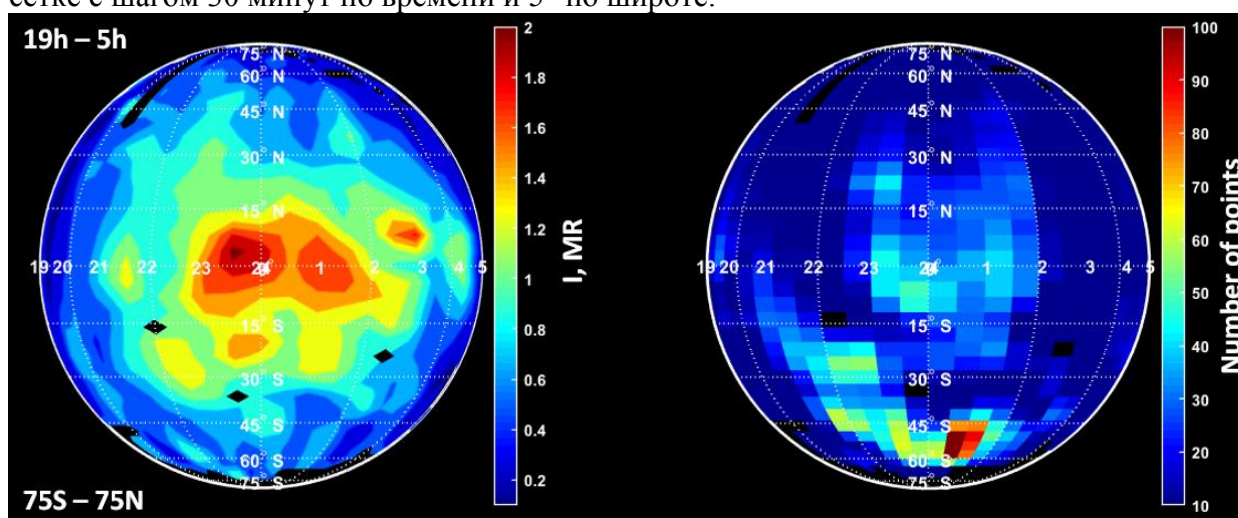


Рисунок 1. Слева представлено распределение интенсивности свечения O_2 (MR) в зависимости от местного времени и широты наблюдаемой точки на ночной стороне Венеры. Максимум излучения соответствует противосолнечной точке, т. е. полуночи по местному времени на экваторе планеты. Справа показана статистика наблюдений в каждой ячейке координатной сетки с шагом 30 минут по времени и 5° по широте, по которой группировались наблюдения СПИКАВ-ИК.

2.4 Гипотетические признаки жизни на планете Венера: ревизия результатов телевизионных экспериментов 1975-1982 гг.

К настоящему времени установлено, что Венера в ходе ранней эволюции претерпела кардинальные изменения: влажные условия на поверхности в присутствии океана сменились чрезвычайно сухими, с высокой температурой. Живые формы, однажды зародившиеся в раннем океане Венеры или занесенные метеоритной или кометной пылью, могли мигрировать в облачный слой и найти там нишу обитания с достаточной влажностью и подходящими радиационными условиями и температурой. В атмосфере Венеры, где верхние слои атмосферы планеты подвергаются воздействию космических лучей и температурным скачкам, могут присутствовать микроорганизмы, связанные с минеральными частицами. Как известно, прокариоты показывают высокую устойчивость к ионизирующему излучению при низких температурах. Поэтому в лаборатории был исследован эффект воздействия гамма-излучения на эукариотные микроорганизмы (микровицеты сухой почвы) при низких температуре и давлении. Было установлено, что влияние высоких доз ионизирующей радиации не приводит к гибели почвенных грибковых биоценозов, образовавшихся в экстремальных условиях пустыни. Структура этих биоценозов существенно изменяется, но большинство устойчивых видов выживают. Эксперименты показали, что биоценозы грибов почвы более стабильны в экстремальных условиях, чем чистые штаммы, иммобилизованные в монтмориллоните.

Предположение о возможности существования в настоящее время живых форм на поверхности Венеры высказано на основе новой обработки архивных данных телевизионного эксперимента, выполненного на поверхности Венеры в ходе советских миссий "Венера" в 1975-1982 гг., который до сих пор остается не повторенным. В ходе нового анализа телевизионных изображений найдены гипотетически живые объекты со сложной правильной структурой и заметными размерами, часть из которых предположительно может очень медленно двигаться. Это может свидетельствовать о существовании жизни на Венере в физических условиях, радикально отличающихся от земных, так как вода и кислород на Венере практически отсутствуют. Чтобы понять какие

материалы может использовать природа для жизни в таких условиях, рассмотрены химические компоненты, стабильные в области высоких температур, на которых гипотетически может быть основана жизнь, а также потенциальные кандидаты, которые могут обеспечивать энергией жизненные формы на поверхности Венеры. Предложен комплекс химических реакций органического синтеза сложных органических соединений в присутствии железосодержащих материалов, которые могут происходить на поверхности Венеры. Установлено, что процессы фотокатализа также могут происходить. Делается вывод о том, что для исследования гипотетической жизни Венеры необходимо выполнить специальную миссию, гораздо более сложную, чем миссии 70-80 годов прошлого века. Кроме вклада в решение фундаментальных проблем формирования Земли и Солнечной системы, изучение каталитических процессов на поверхности Венеры находит применение в создании новых химических технологий и синтезе новых материалов, выдерживающих высокие температуры.

Раздел 3. РАННЯЯ ЭВОЛЮЦИЯ ПЛАНЕТНЫХ ТЕЛ

3.1 Переработка планетного вещества высокоскоростными ударами

Переработка планетного вещества высокоскоростными ударами планетезималей на этапе накопления массы планетных тел является доминирующим геологическим и геохимическим процессом для планет земной группы и других безатмосферных тел Солнечной системы. Несмотря на скоротечность ударного процесса, высокая температура вещества, подвергнувшегося мощному ударному нагружению, приводит к заметной дифференциации химических элементов между расплавом и паром при ударе. В работе исследовалась дифференциация основных породообразующих элементов при имитации ударного процесса с помощью миллисекундного лазера. Мишенью в эксперименте служили образец базальта, сходного по составу с базальтами морских районов Луны и базальтовое стекло, полученное из этого же базальта, плавлением. При лазерном «ударе» продукты выброса из кратера (стеклянные сферулы, капли различной формы и конденсаты) и продукты плавления в образованном кратере изучались методами электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального, рентгенодифракционного и рентгенофлуоресцентного анализа. Показано, что стёкла (капли расплава), в эксперименте с базальтовой мишенью характеризуются гетерогенным распределением химического состава. Они представляли собой в различных пропорциях смешанные в результате плавления составы исходных минералов базальта. Наблюдалось обеднение стёкол легколетучими и умереннолетучими компонентами (Na_2O , K_2O , FeO и т.д.) и обогащение труднолетучими (см. рис.). Наиболее дифференцированные стёкла соответствовали обнаруженным на Луне высокоглинозёмистым стёклам HASP ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 34$ вес.%, $\text{SiO}_2 < 32$ вес.%). В опыте с базальтовой мишенью (кристаллический базальт) доля таких стекол составляет около 25%. В случае с «ударом» по базальтовому стеклу их доля составила до ~90%. Полученные результаты демонстрируют эффективность ударно-испарительной дифференциации и необходимость построения моделей ранней эволюции планет с ее учетом.

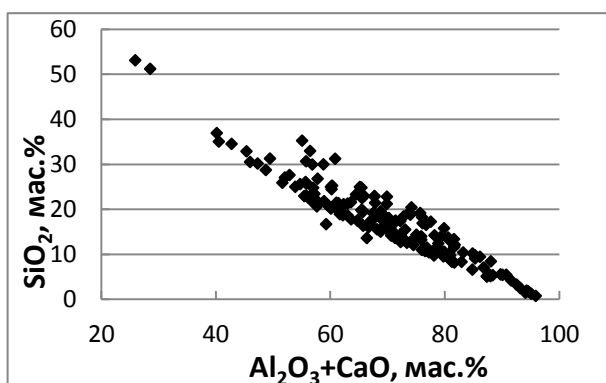


Рисунок 1. Разброс содержания SiO_2 , Al_2O_3 и CaO в расплавных стеклах в опыте с базальтовой мишенью.

3.2 Синтез органических веществ в плазме метеоритного удара в процессе формирования и набора массы Земли

В 2019 году проведен анализ и обобщение ранее полученных данных по проблеме зарождения жизни в плазме метеоритного удара. Ранее было показано, что в процессе разлета плазмы ударного воздействия происходит синтез органических соединений, в том числе хиральных молекул. Важно, что при этом синтезируются преимущественно L-аминокислоты. Сопоставление полученных данных с результатами экспериментов других авторов, а также со свидетельствами ударной природы формирования хондр в метеоритных телах позволяет предполагать также синтез D-сахаров в ударных процессах. Нарушение зеркальной симметрии хиральных молекул вероятно обусловлено воздействием электрических и магнитных полей, формирующихся в плазменном факеле, которые, в частности, могут приводить к циркулярной поляризации излучения. Нами также проведены оценки условий, которые могли существовать в кратерах после метеоритного удара. Эти оценки показали, что в ходе набора массы Земли должны были существовать условия, обеспечивающие возможность протекания биохимических реакций.

3.3 Синтез воды в плазме метеоритного удара

Вода является одним из самых распространенных веществ во Вселенной, однако до сих пор вопрос о ее происхождении остается открытым. Рассматриваются сценарии синтеза воды в реакциях между нейтральными атомами водорода и кислорода в плотных газовых облаках на ранних этапах эволюции Вселенной (Smidt et al., 2018). Экспериментально показана возможность синтеза воды в современных космических условиях в присутствии силикатов под воздействием солнечного ветра (Managadze et al. 2011), а также в ходе химических реакций на поверхности пылевых частиц, покрытых льдом (Dulieu et al., 2010). Нами обнаружен еще один механизм синтеза воды на различных космических объектах – в плазменных образованиях, возникающих при ударных процессах. Ранее нами был показан синтез воды в мишени $\text{SrO}+\text{TiH}_2$ при выстрелах лазера с энергией $\sim 10^9$ Вт/см², воспроизводящих плазменные процессы, протекающие при метеоритных ударах. Аналогичный результат был получен при использовании мишени из стекла (Рисунок 1). В 2019 году данные эксперименты были воспроизведены с мишенью, состоящей из смеси $\text{SiO}_2+\text{TiH}_2$. Масс-спектрометрическими методами в образце были обнаружены молекулы воды, а также гидроксильные ионы, в то время как в исходном образце эти соединения не обнаруживались (Рисунок 2). Таким образом, получены новые свидетельства возможности синтеза воды в плазме, формирующейся в ударных процессах. Подобные процессы могут реализоваться при разнообразных ударных событиях в ходе формирования планет и спутников и при их метеоритной бомбардировке, при формировании хондритов, при столкновениях астероидов, комет и пылевых частиц в космическом пространстве и т.д. Учитывая огромный объем вещества, подвергшийся плазменной переработке, вероятно, что вклад обнаруженного механизма в наблюдаемое обилие воды во Вселенной может быть весьма значителен. В продолжение работы планируется проведение аналогичных экспериментов с природными образцами базальтов для подтверждения возможности синтеза воды в плазменных процессах.

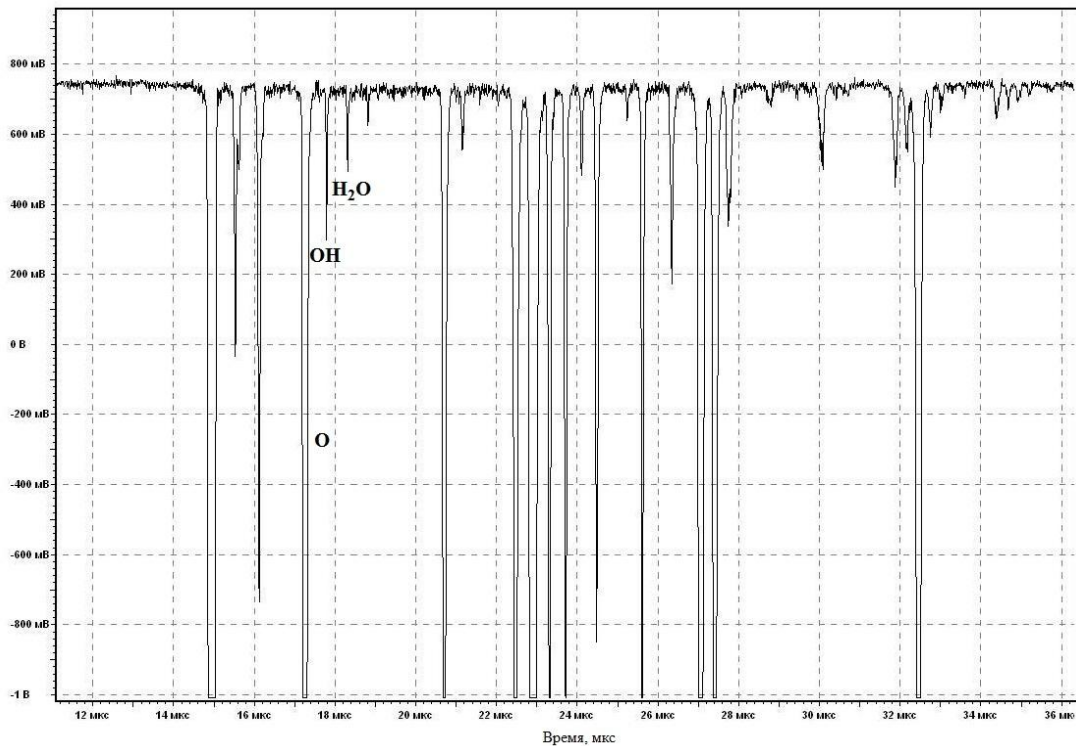


Рисунок 1. Масс-спектр образца стекла после моделирования плазменного воздействия.

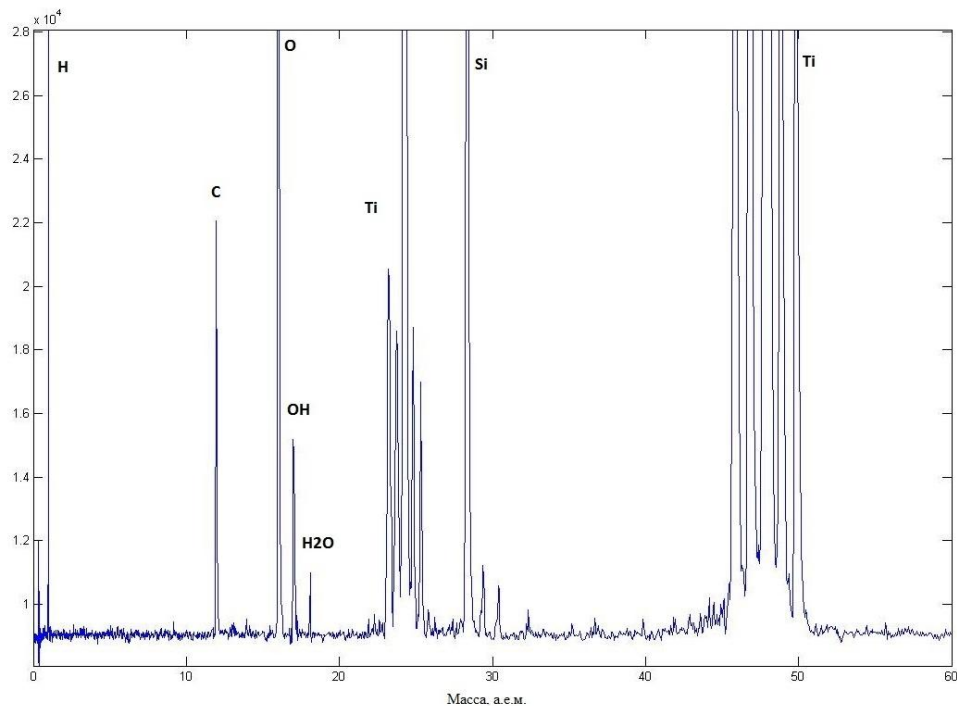


Рисунок 2. Масс-спектр образца $\text{SiO}_2+\text{TiN}_2$ после моделирования плазменного воздействия.

3.4 Исследование устойчивости микроорганизмов к воздействию факторов внеземного пространства

В 2019 году проведена оценка возможной длительности сохранения гипотетических микроорганизмов во льду Европы после их выброса из подледного океана. Проведены расчеты интенсивности ионизирующего излучения во льду на различной глубине и времени накопления различных доз излучения с учетом скорости обновления поверхности

за счет выбросов воды. Также проведен эксперимент по облучению бактерий в модели льда Европы ускоренными электронами (~1 МэВ) при температуре -130°C и давлении 0.01 торр. Жизнеспособные бактерии обнаружены при облучении дозами до 50 кГр. С учетом интенсивности излучения и скорости обновления поверхности предполагается сохранение живых клеток во льду на глубине 10-100 см в течение 1000-10000 лет после выброса воды из подледного океана.

Кроме того, проведены исследования устойчивости почвенных микробных сообществ к облучению гамма-излучением при нормальных условиях. Установлено, что микробные сообщества почв средней полосы России выдерживают воздействие доз не менее 148 кГр, что существенно превышает существующие оценки радиорезистентности микроорганизмов. Также исследована устойчивость микробного сообщества древней мерзлой породы Арктики к облучению гамма-излучением дозой 100 кГр при давлении 1 торр и температуре -50°C (модель условий на поверхности Марса). Показано, что данное воздействие не привело к существенным повреждениям бактериального комплекса. Исследованы бактериальные комплексы грунта пустыни Мохаве, рассматривающиеся в качестве земных аналогов гипотетических микробных сообществ Марса. Обнаружена высокая численность и разнообразие микроорганизмов, а также показана высокая устойчивость бактериальных культур к широкому спектру стрессовых факторов, таких как температура культивирования, pH среды, присутствие солей и сильных окислителей.

Раздел 4. МАЛЫЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

4.1 Разработка теоретической модели стохастических процессов заряда пылевых частиц реголита и их левитации в условиях плазменно-пылевой приповерхностной экзосферы Луны

Пылевые частицы, находящиеся на непроводящей поверхности лунного реголита в условиях плазмы и ультрафиолетового облучения, приобретают электрический заряд, могут оторваться от поверхности и левитировать. Отрыв пылевых частиц от поверхности должен происходить, когда электростатические силы их отталкивания F_c превысят сумму сил тяготения F_g и адгезии van der Waals F_{vdW} , действующих на частицу на непроводящей поверхности. При этом обычно возникает парадоксальная ситуация: три основные силы разной природы F_c , F_g и F_{vdW} , действующие на пылинку с характерным размером порядка сотен или тысяч нанометров, совершенно несопоставимы по величине $F_{vdW} \gg F_g \gg F_c$. В последнее десятилетие предпринимались многочисленные попытки объяснить, каким образом частица, лежащая на непроводящей поверхности, могла бы приобрести заряд, достаточный чтобы действующая на нее электростатическая сила приблизилась по величине к силам ван дер Вальса. Однако, несмотря на некоторые успехи, многие вопросы остаются открытыми. В серии работ представлен анализ процесса возникновения заряда на уединенной и лежащей на поверхности пылинке. Показано, что для объяснения как отрыва пылинки от поверхности под действием электростатических сил, так и накопления на ней заряда, достаточного для левитации, необходим учет флуктуаций зарядовой плотности на поверхности. Хотя физическая картина этих флуктуаций в достаточной мере ясна, пока отсутствует математическая теория, которая позволила бы вычислять функцию распределения флуктуирующих областей по размеру, величине заряда и времени жизни.

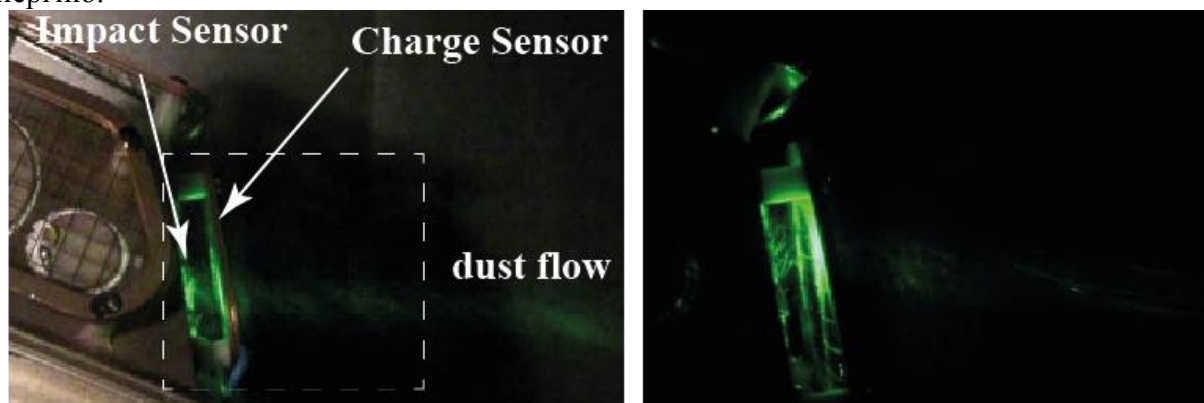
Учет зарядовых флуктуаций позволяет в принципе решить обе основные проблемы, которые стояли при объяснении отрыва частиц от поверхности: (1) как микроскопическая пылинка, лежащая на поверхности, может накапливать заряд в десятки или сотни единиц заряда, необходимые для отрыва частиц от поверхности? и (2) каким образом эта частица, обладающая необходимым зарядом способна преодолеть силы адгезии, которые превышают ее гравитацию в тысячи и миллионы раз? Оторвавшись от поверхности в сильном локальном флуктуирующем электрическом поле, частица попадает в слабое поле двойного слоя над поверхностью. Простые оценки показывают, что этот механизм

способен обеспечить возникновение сил отталкивания, по порядку величины сравнимых с силами ван дер Вальса.

Кроме чисто научного интереса, необходимость дальнейшего продвижения в этом направлении связана с двумя важными техническими проблемами. С одной стороны, уже теперь очевидно, насколько сильно левитирующая пыль может осложнить исследование безатмосферных планет. С другой стороны, все ускоряющаяся миниатюризация большинства технических устройств настоятельно требует разработки новых и совершенствования существующих методов электростатической очистки поверхностей от пыли.

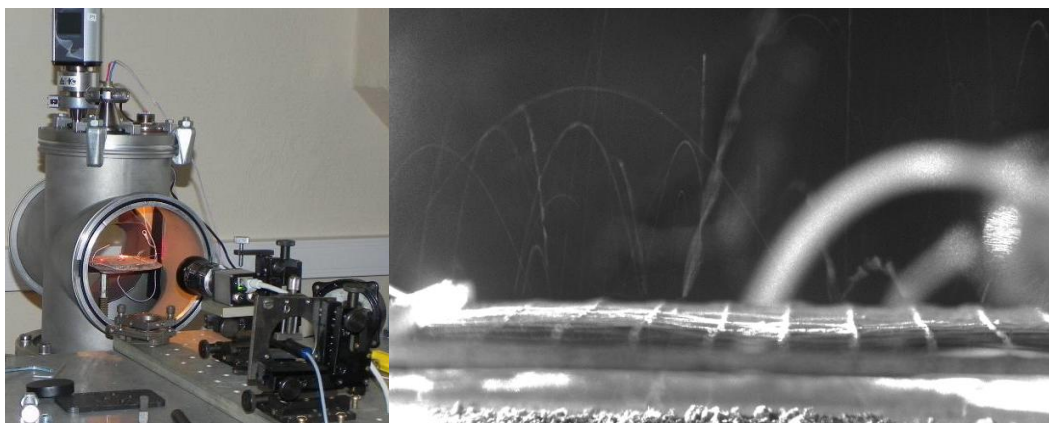
4.2 Моделирование процессов переноса грунта в приповерхностных слоях атмосферы планетных тел

1) Выполнено моделирование процессов переноса грунта в приповерхностных слоях атмосферы планетных тел. Экспериментальное моделирование процессов переноса проводилось с помощью как аэродинамической трубы, так и инжектора в вакуумной камере. Аэродинамическая труба позволяла создавать воздушный поток со скоростью, изменяющейся в диапазоне от 0 до 5.5 м/с. Пылевые частицы по форме и размеру аналогичные лунному и марсианскому грунтам инжестировались в поток. Размер частиц изменялся в диапазоне от 20 до 150 мкм. Регистрация импульса частиц проводилась с помощью ударных сенсоров проборов, входящих в состав лунных и марсианских миссий, а также их лабораторные прототипов. Экспериментальные данные позволили рассчитать массоперенос, получить распределение пылевых частиц по скоростям, и определить их энергию.



Фотография потока пылевых частиц вблизи ударного сенсора одного из приборов. Рассеянный пылинкой свет лазера фиксировался с помощью скоростной CCD видео камеры с пространственным разрешением 960×720 пикселей.

2) Проведено физическое моделирование левитации пылевых микрочастиц различного материала и размера у поверхности безатмосферных тел на основе разработанной экспериментальной установки. Был разработан и реализован алгоритм обработки изображений, полученных стереосистемой камер, с траекториями левитирующих частиц для получения параметров частиц. На основе обработанных экспериментальных изображений было получено распределение пылевой составляющей по зарядам в зависимости от их материала и размера.



Раздел 5. ВНЕСОЛНЕЧНЫЕ ПЛАНЕТНЫЕ СИСТЕМЫ

5.1 Исследования по статистике экзопланет, распределений экзопланет по массам

(1) для планет, обнаруженных методом регистрации транзитов и методом измерения лучевых скоростей. В частности эти закономерности были исследованы для планет обращающихся по орбитам вокруг родительских звезд различных спектральных классов (2).

(1) Мы проанализировали распределения по массам трех групп экзопланет: транзитных планет «Кеплера», транзитных планет, обнаруженных наземными наблюдательными программами и спутником CoRoT, и планет, обнаруженных методом лучевых скоростей у близких красных карликов. Приняв во внимание наиболее значимые факторы наблюдательной селекции, различные для каждой группы планет, мы нашли, что массовые распределения могут быть описаны универсальным степенным законом с показателем степени -2 : $dN/dm \propto m^{-2}$. Распределение планет «Кеплера», построенное с учетом геометрической вероятности транзитной конфигурации и скорректированное с учетом разной доли планет с измеренной массой в зависимости от их радиуса, описывается степенным законом с показателем степени -1.99 ± 0.08 . Распределение транзитных планет, обнаруженных наземными наблюдательными программами и спутником CoRoT, описывается степенным законом с показателем степени -2.17 ± 0.12 . Наконец, распределение планет, обнаруженных методом лучевых скоростей у близких красных карликов, описывается степенным законом с показателем степени -2.10 ± 0.15 . Достоверность следования распределений степенному закону была проверена с помощью критерия Колмогорова-Смирнова с уровнем значимости $\alpha = 0.05$.

(2) Также мы рассмотрели распределения по массам транзитных планет «Кеплера» в зависимости от спектрального класса родительских звезд. Никакого статистически значимого различия обнаружить не удалось. Распределение по массам планет «Кеплера», вращающихся вокруг звезд холоднее 5000K , аппроксимируется степенным законом с показателем степени -2.08 ± 0.24 . Распределение планет «Кеплера», вращающихся вокруг звезд с температурой от 5000K до 6200K (т.е. солнцеподобных) аппроксимируется степенным законом с показателем степени -1.97 ± 0.11 . Распределение планет «Кеплера» у звезд горячее 6200K следует другому степенному закону -1.41 ± 0.10 , но предположительно показано, что это следствие наблюдательной селекции, связанной с большими размерами дисков F звезд и низкой эффективностью обнаружения «Кеплером» наиболее мелких транзитов. Распределение планет у звезд горячее 6200K , обнаруженных наземными наблюдательными программами и спутником CoRoT, описывается степенным законом с показателем степени -1.97 ± 0.17 .

Вместе с тем учет геометрической вероятности транзитной конфигурации для планет «Кеплера» приводит к статистически значимому отличию полученного распределения от распределения, построенного без учета этого фактора. Это свидетельствует в пользу гипотезы, что распределение планет по массам зависит от расстояния между планетой и звездой. Анализ распределения планет, обнаруженных методом лучевых скоростей у близких красных карликов, приводит к тому же выводу – большинство планет-гигантов у этих звезд имеют орбитальные периоды от 10^3 до 10^4 земных суток. Возможно, за снеговой линией, в области, недоступной транзитному методу поиска планет, доля планет-гигантов значительно выше, чем во внутренних частях планетных систем.

Раздел 6. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

6.1 Исследование зарождения крупномасштабных пылевых и вихревых структур в планетных атмосферах

Развита теория возникновения крупномасштабных пылевых структур в марсианской атмосфере и вихревых в атмосфере Юпитера. В качестве модели для атмосферы Марса используются уравнения гидродинамики с твердыми частицами. Ограничиваясь случаями, когда размеры твердых частиц во много раз больше молекулярно-кинетических и масштабы рассматриваемых возмущений таковы, что твердые частицы образуют сплошную среду, мы пользуемся уравнениями двухскоростной гидродинамики, описывающие течения в несущей атмосфере Марса, а также течения твердой фазы. Мы используем факт, что относительный объем, занимаемый частицами, мал, что позволяет нам пренебречь столкновениями частиц между собой. Движение вязкой несжимаемой атмосферы с твердыми частицами мы описываем системой уравнений Р.И. Нигматулина. Используя рейнольдсовское описание турбулентности, корреляционное приближение второго порядка и гипотезу двумасштабности, получены замкнутые уравнения Рейнольдса в линейном по средней скорости приближении. Показано, что в замкнутых уравнениях, описывающих атмосферу Марса, вследствие вращения возникает генерационный член из-за ненулевой дивергенции в результате обтекания твердых частиц жидкостью. Эффекты вращения марсианской атмосферы описываются моделью однородной спиральной турбулентности. По существу, такая двухфазная атмосфера ведет себя как сжимаемая. Проведенный анализ показал, что спиральная турбулентность в несжимаемой атмосфере с твердыми частицами неустойчива относительно вихревых возмущений и может служить моделью зарождения пылевихревых бурь на Марсе. Аналогичный механизм генерации вихревых структур исследован для случая жидкости с распределенными газовыми пузырьками, описывающий атмосферы горячих Юпитеров. Мы изучаем процессы в атмосфере с распределенными пузырьками, пренебрегая схлопыванием пузырьков. Для изучения турбулентных движений используется система уравнений гидродинамики смеси жидкости с пузырьками, дополненная уравнением Рэлея для одиночного пузырька. Используя корреляционное приближение второго порядка и гипотезу двумасштабности, получена система уравнений, описывающая эволюцию средних движений на фоне мелкомасштабной спиральной турбулентности в жидкости с пульсирующими пузырьками газа в линейном по средней скорости приближении. Полученная система уравнений имеет растущие решения. Появление в усредненных уравнениях неустойчивых решений обязано наличию в атмосфере осциллирующих пузырьков, которые обеспечивают ненулевую дивергенцию на масштабе пульсационных движений и тем самым нарушают симметрию напряжений Рейнольдса в усредненных уравнениях. Такой механизм описывает зарождение вихревых структур.

6.2 Исследование магнитогидродинамической турбулентности во вращающихся течениях в условиях, характерных для горячих Юпитеров

Исследованы спектральные свойства магнитогидродинамической турбулентности во вращающихся течениях в условиях, характерных для магнитоактивных атмосфер экзопланет. Для решения такой задачи проведено численное моделирование на достаточно больших временах, значительно превышающих характерное время оборота

вихря, либо численное моделирование турбулентности при наличии сильных внешних магнитных полей. Нами разработан метод расчета магнитогидродинамической турбулентности, который позволяет производить численное моделирование на больших характерных временах и при больших внешних магнитных полях. Метод основан на обобщении течений в виде вихрей Тейлора-Грина. Предложенный метод задания начальных условий для поля скоростей позволяет удовлетворить условиям бездивергентности, однородности и изотропности турбулентности, а также позволяет задавать произвольное спектральное распределение энергии в начальный момент времени, не требуя проведения дополнительных расчетов.

В работе исследованы физические процессы, происходящие в трехмерных турбулентных магнитогидродинамических вращающихся течениях атмосфер планет при наличии внешнего магнитного поля. Показано отличие динамики кинетической и магнитной энергий системы при наличии внешнего магнитного поля по сравнению с течениями, в которых влияние внешнего поля не учитывается, либо учитывается не полностью. Показано, что при наличии внешнего магнитного поля наблюдаются колебания уровней кинетической и магнитной энергий при сохранении полного (суммарного) значения энергии. Показано, что частота возникновения дисбаланса кинетической и магнитной энергий в однородной магнитогидродинамической турбулентности во внешнем магнитном поле с учетом вращения линейно зависит от величины внешнего магнитного поля. Получено, что нарушения баланса энергий возникают в моменты столкновения альвеновских волновых пакетов. Показано, что вращение не разрушает эффект образования альвеновских волн при значениях числа Эльзассера больше единицы. При значениях порядка и меньше единицы обнаруженный в работе эффект (периодический дисбаланс энергий) не наблюдается в связи с разрушением альвеновских волновых пакетов под действием силы Кориолиса. Показано, что различные спектральные состояния системы не оказывают влияния на существование периодических колебаний уровней кинетической и магнитной энергий. Полученные результаты могут быть использованы для разработки параметризаций подсеточных явлений в моделях глобальной динамики атмосфер горячих Юпитеров.

6.3 Исследование механизмов рассеяния света в плотноупакованных средах

Представление частиц реголита кластерами сложной структуры, находящимися в дальних зонах друг друга, позволяет частично учесть взаимодействие рассеивателей в ближнем поле и оценить ряд характеристик поверхности высокоальбедных небесных тел из поляризметрических измерений. Преимущество этой модели в том, что она не имеет свободных параметров, однако ее дальнейшая разработка требует проверки на лабораторных данных. Анализ применимости модели к результатам лабораторных измерений показал важность часто отсутствующего строгого контроля всех параметров образцов. Кроме того, подтверждено, что отрицательная ветвь поляризации возникает при рассеянии частицами сложной структуры на малых углах фазы именно благодаря присутствию частиц с размерами порядка длины волны или меньше или содержащих неоднородности таких размеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2019г. по теме ПЛАНЕТА. Проведение фундаментальных исследований планет и малых тел.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список публикаций:

Всего научных публикаций в 2019 г: **50**

Число опубликованных научных публикаций без РФ в 2019 г: **42**

Статьи в зарубежных изданиях: **29**

Статьи в отечественных научных рецензируемых журналах: **11**

Главы в книгах: **2**

Статьи в сборниках материалов конференций: **15**

Доклады, тезисы, циркуляры: **71**

Статьи в научно-популярных изданиях: **0**

Другие издания: **3**

Число публикаций работников в базе Web of Science: **29**

Публикации, подготовленные в соавторстве с зарубежными

учёными: **18**

В печати: **5**

Статьи в зарубежных изданиях:

1. Alday, J. ; Wilson, C. F. ; Irwin, P. G. J. ; Olsen, K. S. ; Baggio, L. ; Montmessin, F. ; Trokhimovskiy, A.; Korablev, O. ; Fedorova, A. A. ; Belyaev, D. A. ; Grigoriev, A. ; Patrakeev, A. ; Shakun, A. Oxygen isotopic ratios in Martian water vapour observed by ACS MIR on board the ExoMars Trace Gas Orbiter. ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, sep 26 2019, том: 630, Номер статьи: A9, DOI: 10.1051/0004-6361/201936234, **Impact Factor:6.209, Q1**
2. Ananyeva V.I., A. E.Ivanova, A.A. Venkstern, I.A. Shashkova, A.V. Yudaev, A.V. Tavrov, O.I. Korablev, and J.-L. Bertaux, Mass distribution of exoplanets considering some observation selection effects in the transit detection technique, ICARUS(на рецензии). **Impact factor:3.565, Q2**
3. Ananyeva, V. I.; Tavrov, A. V.; Venkstern, A. A.; Churbanov, D. V.; Shashkova, I. A.; Korablev, O. I.; Bertaux, J. -L. The Distribution of Giant Exoplanets over True and Projective Masses: Accounting for Observational Selection. SOLAR SYSTEM RESEARCH, 2019, Том: 53, Выпуск: 2, Стр.: 124-137. DOI: 10.1134/S0038094619010027, **Impact Factor:0.864, Q4**
4. Balakshy Vladimir, Dobrolenskiy Yury, "Tribute to the memory of professor Vitaly Voloshinov," PROC. SPIE 11210, Fourteenth School on Acousto-Optics and Applications, 1121002 (11 November 2019); DOI: 10.1117/12.2559733 **Impact factor(Scopus): 0.238**
5. Baliukin, I. I.; Bertaux, J-L; Quemerais, E. ; Izmodenov, V. V.; Schmidt, W. SWAN/SOHO Lyman-alpha Mapping: The Hydrogen Geocorona Extends Well Beyond the Moon. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 2019, Том: 124, Выпуск: 2, Стр.: 861-885, DOI: 10.1029/2018JA026136, **Impact factor: 2.82, Q2**
6. Belov A.A., V.S. Cheptsov, E.A. Vorobyova, N.A. Manucharova, Z.S. Ezhelev. Stress-tolerance and taxonomy of culturable bacterial communities isolated from a central Mojave desert soil sample. GEOSCIENCES, 9(4):166, 2019. Doi: 10.3390/geosciences9040166, **Impact factor:1.490, Q2**
7. Cheptsov V., A. Belov, E. Vorobyova, G. Osipov, and S. Bulat. Viability of the soddy-podzolic soil microbial community after 148–1250 kGy gamma irradiation. PLANETARY AND SPACE SCIENCE, 172:8–13, 2019. Doi: 10.1016/j.pss.2019.04.008, **Impact factor:1.815, Q3**

8. Cheptsov V., A. Belov, E. Vorobyova, G. Osipov, and S. Bulat. Viability of the soddy–podzolic soil microbial community after 148–1250 kGy gamma irradiation. *PLANETARY AND SPACE SCIENCE*, 172:8–13, 2019. Doi: 10.1016/j.pss.2019.04.008. **Impact factor:1.815, Q3**
9. Daerden, F. ; Neary, L. ; Viscardy, S. ; Munoz, A.; Clancy, R. T. ; Smith, M. D. ; Encrenaz, T. ; Fedorova, A. Mars atmospheric chemistry simulations with the GEM-Mars general circulation model. *ICARUS*, 2019, Tom: 326, Стр.: 197-224. DOI: 10.1016/j.icarus.2019.02.030, **Impact factor:3.565, Q2**
10. Dobrolenskiy Y.S., Dziuban I.A., Ivanov Y.S., Syniavskiy I.I., Ionov D.V., Poberovsky A.V., Korablev O.I., Fedorova A.A., Vyazovetskiy N.A. Optical Design and Modeling of Satellite Imaging Spectrometer for Atmosphere Monitoring. *Proc. of SPIE*, 2019, (ICSO-2018), v. 11180, pp. 1118065-1 – 1118065-9. <https://doi.org/10.1117/12.2536140> (PHΦ №16-12-1045) **Impact factor(Scopus): 0.238**
11. Dobrolenskiy Yury, Sergey Mantsevich, Nadezhda Evdokimova, Oleg Korablev, Anna Fedorova, Yuri Kalinnikov, Nikita Vyazovetskiy, Andrei Titov, Alexander Stepanov, Alexander Sapgir, Ilya Dzyuban, Ruslan Kuzmin, Yuriy Ivanov, Ivan Syniavskiy, Vladislav Petrov, Vera Smol'yaninova, Alexander Dokuchaev, "Acousto-optic spectrometer ISEM for ExoMars-2020 space mission: ground measurements and calibrations," *PROC. SPIE 11210, Fourteenth School on Acousto-Optics and Applications*, 112100F (11 November 2019); pp. 112100F-1 – 112100F-11. DOI: 10.1117/12.2540203.(PHΦ №16-12-1045) **Impact factor(Scopus): 0.238**
12. Dobrolenskiy, Y.S., Ionov, D.V., Korablev, O.I., Fedorova, A.A., Zherebtsov, E.A., Shatalov A.E., Poberovsky A. Ground-Based Field Measurements and Calibrations of a New Satellite Spectrometer for Monitoring the Earth's Ozone Layer. *IZVESTIYA, ATMOSPHERIC AND OCEANIC PHYSICS*, December 2018, Vol. 54, No. 9, pp. 1399–1407. DOI: [10.1134/S0001433818090128](https://doi.org/10.1134/S0001433818090128), **Impact factor:0.757, Q4**
13. Korablev, O., Vandaele, A.C., Montmessin, F., Fedorova, A.A., Trokhimovskiy, A., Forget, F., Lefevre, F., Daerden, F., Thomas, I.R., Trompet, L., Erwin, J.T., Aoki, S., Robert, S., Neary, L., Viscardy, S., Grigoriev, A.V., Ignatiev, N.I., Shakun, A., Patrakeevev, A., Belyaev, D.A., Bertaux, J.L., Olsen, K.S., Baggio, L., Alday, J., Ivanov, Y.S., Ristic, B., Mason, J., Willame, Y., Depiesse, C., Hetey, L., Berkenbosch, S., Clairquin, R., Queirolo, C., Beeckman, B., Neefs, E., Patel, M.R., Bellucci, G., Lopez-Moreno, J.J., Wilson, C.F., Etioppe, G., Zelenyi, L., Svedhem, H., Vago, J.L., Alonso-Rodrigo, G., Altieri, F., Anufreychik, K., Arnold, G., Bauduin, S., Bolsee, D., Carrozzo, G., Clancy, R.T., Cloutis, E., Crismani, M., Da Pieve, F., D'Aversa, E., Duxbury, N., Encrenaz, T., Fouchet, T., Funke, B., Fussen, D., Garcia-Comas, M., Gerard, J.C., Giuranna, M., Gkouvelis, L., Gonzalez-Galindo, F., Grassi, D., Guerlet, S., Hartogh, P., Holmes, J., Hubert, B., Kaminski, J., Karatekin, O., Kasaba, Y., Kass, D., Khatuntsev, I., Kleinbohl, A., Kokonkov, N., Krasnopolsky, V., Kuzmin, R., Lacombe, G., Lanciano, O., Lellouch, E., Lewis, S., Luginin, M., Liuzzi, G., Lopez-Puertas, M., Lopez-Valverde, M., Maattanen, A., Mahieux, A., Marcq, E., Martin-Torres, J., Maslov, I., Medvedev, A., Millour, E., Moshkin, B., Mumma, M.J., Nakagawa, H., Novak, R.E., Oliva, F., Patsaev, D., Piccialli, A., Quantin-Nataf, C., Renotte, E., Ritter, B., Rodin, A., Schmidt, F., Schneider, N., Shematovich, V., Smith, M.D., Teanby, N.A., Thiemann, E., Thomas, N., Auwera, J.V., Vazquez, L., Villanueva, G., Vincendon, M., Whiteway, J., Wilquet, V., Wolff, M.J., Wolkenberg, P., Yelle, R., Young, R., Zasova, L., Zorzano, M.P., Team, A.N., 2019. No detection of methane on Mars from early ExoMars Trace Gas Orbiter observations. *NATURE*, Apr 25 2019, Tom: 568, Выпуск: 7753, Стр.: 517, DOI: 10.1038/s41586-019-1096-4, **Impact factor: 43.070, Q1**

14. Korablev, Oleg; Vandaele, Ann Carine; ...ACS and NOMAD Science Teams.
 Publisher Correction: No detection of methane on Mars from early ExoMars Trace Gas Orbiter observations. NATURE, 2019, Volume 569, Issue 7754, Page E2. DOI: 10.1038/s41586-019-1164-9, **Impact factor:43.070, Q1**
15. Krasilnikov S.S., R.O. Kuzmin, Y. Bühler, E.V. Zabalueva. Formation of long-distance water ice avalanches on Mars. PLANETARY AND SPACE SCIENCE(Принята в печать). **Impact factor:1.815, Q3**
16. Ksanfomality, L., V ; Zelenyi, L. M. ; Parmon, V. N. ; Snytnikov, V. N. Hypothetical signs of life on Venus: revising results of 1975-1982 TV experiments. PHYSICS-USPEKHI, 2019, Том: 62, Выпуск: 4, Стр.: 378-404, DOI: 10.3367/UFNe.2018.12.038507, **Impact factor:3.090, Q1**
17. Liuzzi, G., Villanueva, G.L., Mumma, M.J., Smith, M.D., Daerden, F., Ristic, B., Thomas, I., Vandaele, A.C., Patel, M.R., Lopez-Moreno, J.J., Bellucci, G., Carine, A., Moreno, L., Juan, J., Bellucci, G., Patel, M., Allen, M., Alonso-Rodrigo, G., Altieri, F., Aoki, S., Bauduin, S., Bolsee, D., Clancy, T., Cloutis, E., Frank, D., D'Aversa, E., Depiesse, C., Erwin, J., Fedorova, A., Formisano, V., Funke, B., Fussen, D., Garcia-Comas, M., Geminale, A., Gerard, J.C., Gillotay, D., Giuranna, M., Gonzalez-Galindo, F., Hewson, W., Homes, J., Ignatiev, N., Kaminski, J., Karatekin, O., Kasaba, Y., Lanciano, O., Lefevre, F., Lewis, S., Lopez-Puertas, M., Lopez-Valverde, M., Mahieux, A., Mason, J., Mc Connell, J., Mumma, M., Nakagawa, H., Neary, L., Neefs, E., Novak, R., Oliva, F., Piccialli, A., Renotte, E., Robert, S., Sindoni, G., Smith, M., Stiepen, A., Trokhimovskiy, A., Vander Auwera, J., Villanueva, G., Viscardy, S., Whiteway, J., Willame, Y., Wilquet, V., Wolff, M., Wolkenberg, P., del Moral, B.A., Barzin, P., Beeckman, B., BenMoussa, A., Berkenbosch, S., Biondi, D., Bonnewijn, S., Candini, G.P., Clairquin, R., Cubas, J., Giordanengo, B., Gissot, S., Gomez, A., Hathi, B., Zafra, J.J., Leese, M., Maes, J., Mazy, E., Mazzoli, A., Meseguer, J., Morales, R., Orban, A., Pastor-Morales, M., Perez-Grande, I., Queirolo, C., Gomez, J.R., Saggin, B., Samain, V., Andres, A.S., Sanz, R., Simar, J.F., Thibert, T., Team, N., 2019. Methane on Mars: New insights into the sensitivity of CH₄ with the NOMAD/ ExoMars spectrometer through its first in-flight calibration. ICARUS 321, 671-690. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.09.021> **Impact factor:3.565, Q2**
18. Määttänen, A., Lefèvre, F., Montmessin, F., Listowski, C., Guilbon, S., Fedorova, A., Korablev, O. Climatology of the ozone vertical distribution on Mars from SPICAM/MEX UV occultations . ICARUS. 2019, Номер статьи 113428. DOI: 10.1016/j.icarus.2019.113428, **Impact factor:3.565, Q2**
19. Managadze G.G. Origin of life in meteorite impact plasma in the process of the formation and mass accumulation of the Earth. LIFE. (Принята в печать) **Impact factor: 3.448, Q1**
20. Marcq, E., Lea Jessup, K., Baggio, L., Encrenaz, T., Lee, Y.J., Montmessin, F., Belyaev, D., Korablev, O., Bertaux, J.-L. Climatology of SO₂ and UV absorber at Venus' cloud top from SPICAV-UV nadir dataset. ICARUS. Volume 335, 1 January 2020, Номер статьи 113368. DOI: 10.1016/j.icarus.2019.07.002, **Impact factor:3.565, Q2**
21. Marcq, E; Baggio, L ; Lefevre, F ; Stolzenbach, A ; Montmessin, F ; Belyaev, D ; Korablev, O; Bertaux, JL. Discovery of cloud top ozone on Venus. ICARUS, 2019, Том: 319, Стр.: 491-498, DOI: 10.1016/j.icarus.2018.10.006, **Impact factor:3.565, Q2**
22. Mingalev, I. V.; Rodin, A. V.; Orlov, K. G. Numerical Modeling of the General Circulation of the Atmosphere of Titan at Equinox. SOLAR SYSTEM RESEARCH, 2019, Том: 53, Выпуск: 4, Стр.: 278-293. DOI: 10.1134/S0038094619040051, **Impact Factor:0.864, Q4**

23. Mongelluzzo, G; Esposito, F; Cozzolino, F; Molfese, C ; Silvestro, S ; Franzese, G; Popa, CI ; Lubieniecki, M ; Cortecchia, F ; Saggini, B ; Scaccabarozzi, D ; Zakharov, A. CFD analysis and optimization of the sensor "MicroMED" for the ExoMars 2020 mission. MEASUREMENT, 2019, Том: 147, Номер статьи: UNSP 106824, DOI: 10.1016/j.measurement.2019.07.052, **Impact Factor:2.791, Q2**
24. Moshkin, B. E.; Maslov, I. A. ; Sazonov, O. V.; Stupin, I. A. A Fourier-Transform Spectrometer for Operation on Mars. INSTRUMENTS AND EXPERIMENTAL TECHNIQUES, 2019, Том: 62, Выпуск: 2, Стр.: 247-251, DOI: 10.1134/S002044121902012X, **Impact Factor: 0.488, Q4**
25. [Olsen, K. S.](#), C.D. Boone, G.C. Toon, F. Montmessin, A.A. Fedorova, O. Korablev, A. Trokhimovskiy. Validation of the HITRAN 2016 and GEISA 2015 line lists using ACE-FTS solar occultation observations. JOURNAL OF QUANTITATIVE SPECTROSCOPY AND RADIATIVE TRANSFER, 2019, Volume 236, article id. 106590, DOI:[10.1016/j.jqsrt.2019.106590](#), **Impact Factor: 2.955, Q1**
26. Pavlov A., V. Cheptsov, D. Tsurkov, V. Lomasov, D. Frolov, G. Vasiliev. Survival of radioresistant bacteria on Europa's surface after pulse ejection of subsurface ocean water. GEOSCIENCES, 9(1):9, 2019. Doi: 10.3390/geosciences9010009. (**PHФ № 17-12-01184**) **Impact factor:1.490, Q2**
27. Petrova, E. V. ; Tishkovets, V. P. ; Nelson, R. M. ; Boryta, M. D. Prospects for Estimating the Properties of a Loose Surface from the Phase Profiles of Polarization and Intensity of the Scattered Light. SOLAR SYSTEM RESEARCH, 2019, Том: 53, Выпуск: 3, Стр.: 172-180, DOI: 10.1134/S0038094619020059, **Impact Factor:0.864, Q4**
28. Popel, S.I., Golub, A.P., Zakharov, A.V., Zelenyi, L.M. Dusty plasmas at Martian satellites. International Conference on Equations of State for Matter, ELBRUS 2018; Educational-Scientific Base of the Kabardino-Balkarian State University Elbrus, Kabardino-Balkaria; Russian Federation; 1 March 2018 до 6 March 2018. JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES, 18 January 2019, Volume 1147, Issue 1, Номер статьи 0121103^{3rd}. DOI: 10.1088/1742-6596/1147/1/012110, **Q3**
29. Poroykov A.Yu., Bednyakov S.A., Zaharov A.V., Dolnikov G.G., Lyash A.N., Shashkova I.A., Kuznetsov I.A. Application of the particle trajectory imaging for modelling dusty plasma levitation on the Moon // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. – Vol. 1421. 012037. (In print).
30. Rosenfeld E.V. and Zakharov A.V., Charge fluctuations on the sunlit surface of airless bodies and their role in dust levitation (2019), ICARUS, 338, 113538, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2019.113538> **Impact factor:3.565, Q2**
31. Shakun Alexey, Aleksandr Santos-Skripko, Oleg Sazonov, Igor Maslov, Nikolay Ignatiev, Igor Stupin, Gabriele Arnold, Alexey Grigoriev, Oleg Korablev, "Interferometer with single-axis robot: design, alignment and performance," Proc. SPIE 11128, Infrared Remote Sensing and Instrumentation XXVII, 111280G (9 September 2019); doi: 10.1117/12.2535436(**PHФ 16-12-10453**) **Impact factor(Scopus): 0.238**
32. Shakun Alexey, Andrey Kungurov, Oleg Sazonov, Igor Stupin, Gabriele Arnold, Alexey Grigoriev, Oleg Korablev, "Two-coordinate pointing and tracking system for an infrared Fourier-transform spectrometer," Proc. SPIE 11128, Infrared Remote Sensing and Instrumentation XXVII, 111280H (9 September 2019); doi: 10.1117/12.2535444(**PHФ 16-12-10453**) **Impact factor(Scopus): 0.238**
33. Shakun Alexey, Fedor Martynovich, Nikolay Ignatiev, Alessandro Maturilli, Aleksandr Santos-Skripko, Vladimir Savosin, Igor Stupin, Gabriele Arnold, Alexei Grigoriev, Oleg Korablev, "Compact calibration source for thermal infrared Fourier-transform spectrometer," Proc. SPIE 11128, Infrared Remote Sensing and

Instrumentation XXVII, 1112803 (9 September 2019); doi:

10.1117/12.2528692(**PHΦ 16-12-10453**) **Impact factor(Scopus): 0.238**

34. Shalygina, Oksana S.; Shalygin, Eugene V.; Ignatiev, Nikolay I.; Petrova, Elena V. Comment on "Long-term Variations of Venus's 365 nm Albedo Observed by Venus Express, Akatsuki, MESSENGER, and the Hubble Space Telescope" by Lee et al. (2019,) AJ, 158, 126. RESEARCH NOTES OF THE AMERICAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 2019, Volume 3, Issue 11, article id. 168. DOI: [10.3847/2515-5172/ab552b](https://doi.org/10.3847/2515-5172/ab552b)
35. Shaposhnikov, Dmitry S.; Medvedev, Alexander S.; Rodin, Alexander, V; Hartogh, Paul. Seasonal Water "Pump" in the Atmosphere of Mars: Vertical Transport to the Thermosphere. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 2019, Том: 46, Выпуск: 8, Стр.: 4161-4169, DOI: 10.1029/2019GL082839, **Q1**
36. Sirazov, R.A., Petrosyan, A.S. Nonlinear Transformations of the Kinetic and Magnetic Energies in Rotating Magnetohydrodynamic Turbulent Flows. JETP LETTERS, 1 September 2019, Volume 110, Issue 5, Pages 329-335. DOI: 10.1134/S0021364019170119, **Impact Factor:1.412, Q3**
37. Vagin, V. A.; Moshkin, B. E. Parallelogram interferometer for Fourier spectrometers JOURNAL OF OPTICAL TECHNOLOGY, 2019, Том: 86 Выпуск: 2 Стр.: 105-107 DOI: 10.1364/JOT.86.000105, **Impact Factor:0.517, Q4**
38. Vandaele, A.C., Korablev, O., Daerden, F., Aoki, S., Thomas, I.R., Altieri, F., Lopez-Valverde, M., Villanueva, G., Liuzzi, G., Smith, M.D., Erwin, J.T., Trompet, L., Fedorova, A.A., Montmessin, F., Trokhimovskiy, A., Belyaev, D.A., Ignatiev, N.I., Luginin, M., Olsen, K.S., Baggio, L., Alday, J., Bertaux, J.L., Betsis, D., Bolsee, D., Clancy, R.T., Cloutis, E., Depiesse, C., Funke, B., Garcia-Comas, M., Gerard, J.C., Giuranna, M., Gonzalez-Galindo, F., Grigoriev, A.V., Ivanov, Y.S., Kaminski, J., Karatekin, O., Lefevre, F., Lewis, S., Lopez-Puertas, M., Mahieux, A., Maslov, I., Mason, J., Mumma, M.J., Neary, L., Neefs, E., Patrakeev, A., Patsaev, D., Ristic, B., Robert, S., Schmidt, F., Shakun, A., Teanby, N.A., Viscardy, S., Willame, Y., Whiteway, J., Wilquet, V., Wolff, M.J., Bellucci, G., Patel, M.R., Lopez-Moreno, J.J., Forget, F., Wilson, C.F., Svedhem, H., Vago, J.L., Rodionov, D., Vandaele, A.C., Lopez-Moreno, J.J., Bellucci, G., Patel, M.R., Alonso-Rodrigo, G., Aoki, S., Altieri, F., Bauduin, S., Bolsee, D., Carrozzo, G., Clancy, R.T., Cloutis, E., Crismani, M., Daerden, F., Da Pieve, F., D'Aversa, E., Depiesse, C., Erwin, J.T., Etiopie, G., Fedorova, A.A., Funke, B., Fussen, D., Garcia-Comas, M., Geminale, A., Gerard, J.C., Giuranna, M., Gkouvelis, L., Gonzalez-Galindo, F., Holmes, J., Hubert, B., Ignatiev, N.I., Kaminski, J., Karatekin, O., Kasaba, Y., Kass, D., Kleinbohl, A., Lanciano, O., Lefevre, F., Lewis, S., Liuzzi, G., Lopez-Puertas, M., Lopez-Valverde, M., Mahieux, A., Mason, J., Mumma, M.J., Nakagawa, H., Neary, L., Neefs, E., Novak, R.E., Oliva, F., Piccialli, A., Renotte, E., Ritter, B., Robert, S., Schmidt, F., Schneider, N., Sindoni, G., Smith, M.D., Teanby, N.A., Thiemann, E., Thomas, I.R., Trokhimovskiy, A., Trompet, L., Vander Auwera, J., Villanueva, G., Viscardy, S., Whiteway, J., Wilquet, V., Willame, Y., Wolff, M.J., Wolkenberg, P., Yelle, R., Alday, J., Altieri, F., Anufreychik, K., Arnold, G., Baggio, L., Belyaev, D.A., Bertaux, J.L., Duxbury, N., Fedorova, A.A., Forget, F., Fouchet, T., Grassi, D., Grigoriev, A.V., Guerlet, S., Hartogh, P., Ignatiev, N.I., Kasaba, Y., Khatuntsev, I., Kokonkov, N., Korablev, O., Krasnopolsky, V., Kuzmin, R., Lacombe, G., Lefevre, F., Lellouch, E., Lopez-Valverde, M., Maslov, I., Luginin, M., Maattanen, A., Marcq, E., Martin-Torres, J., Medvedev, A., Millour, E., Montmessin, F., Moshkin, B., Olsen, K.S., Patel, M.R., Patrakeev, A., Patsaev, D., Quantin-Nataf, C., Rodionov, D., Rodin, A., Shakun, A., Shematovich, V., Thomas, I.R., Thomas, N., Trokhimovsky, A., Vazquez, L., Vincendon, M., Wilquet, V., Wilson, C.F., Young, R., Zasova, L., Zelenyi, L., Zorzano, M.P., Team, N.S., Team, A.C.S.S., 2019. Martian dust storm

- impact on atmospheric H₂O and D/H observed by ExoMars Trace Gas Orbiter. NATURE, 2019, Том: 568, Выпуск: 7753, Стр.:521. DOI: 10.1038/s41586-019-1097-3. **Impact factor:43.070, Q1**
39. Vandaele, Ann Carine; Korablev, Oleg...ACS Science Team. Publisher Correction: Martian dust storm impact on atmospheric H₂O and D/H observed by ExoMars Trace Gas Orbiter. NATURE, 2019, Volume 569, Issue 7754, p.E1-E1. DOI:[10.1038/s41586-019-1163-x](https://doi.org/10.1038/s41586-019-1163-x). **Impact factor:43.070, Q1**
40. Zenevich, S. G.; Klimchuk, A. Yu ; Semenov, V. M.; Spiridonov, M., V ; Rodin, A., V. Measurements of a fully resolved contour of the carbon dioxide absorption line in a band at $\lambda=1.605 \mu\text{m}$ in the atmospheric column using high-resolution heterodyne spectroradiometry. QUANTUM ELECTRONICS, 2019, Том: 49, Выпуск: 6, Стр.: 604-611, DOI: 10.1070/QEL16859(РНФ №15-12-20040) **Impact factor: 1.404, Q3**

Статьи в отечественных научных рецензируемых журналах:

1. Ананьева В. И., А. Е. Иванова, А. А. Векстерн, А. В. Тавров, О. И. Кораблев, Ж.-Л. Берто, Распределение экзопланет по массам в зависимости от спектрального класса родительских звезд, АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК(принято в печать). **Impact factor:1.531**
2. Ананьева В.И., Тавров А.В., Венкстерн А.А., Чурбанов Д.В., Шашкова И.А., [Кораблев О.И.](#), Берто Ж.-Л. Распределение экзопланет-гигантов по истинным и проективным массам. Учет наблюдательной селекции. АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК, 2019, Том: 53Номер: 2 Страницы: 133-146. DOI: [10.1134/S0320930X1901002X](#) **Impact factor:1.531**
3. Аронов Л.А., Доброленский Ю.С., Ушаков В.Н. О возможности использования периодического опорного сигнала в гомодинном акустооптическом спектроанализаторе. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РОССИИ. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, 2019, Том: 22 Номер: 3 Страницы: 97-105. DOI: [10.32603/1993-8985-2019-22-3-97-105](#)
4. Балтер Б.М., В.В.Егоров, В.А.Котцов, М.В.Фаминская Распознавание категорий наземных объектов на основе корреляционных портретов с применением в модели рассеяния атмосферных загрязнений // СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА. 2019. т. 16. № 2, с. 29–DOI: [10.21046/2070-7401-2019-16-2-29-41](#) Q3
5. Вагин В.А., Мошкин Б.Е. Параллелограммный интерферометр для фурье-спектрометров. ОПТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2019, Том: 86Номер: 2 Год: 2019 Страницы: 52-54. DOI: [10.17586/1023-5086-2019-86-02-52-54](#). **Impact factor:0.703**
6. Зеневич С.Г., Климчук А.Ю., Семенов В.М., Спиридонов М.В., Родин А.В. Измерения полностью разрешенного контура линии поглощения углекислого газа в полосе на $\lambda = 1.605$ мкм в столбе атмосферы методом гетеродинной спектрорадиометрии высокого разрешения. КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, 2019, Том: 49, Номер: 6, Год: 2019 Страницы: 604-611. <https://doi.org/10.1070/QEL16859> (РНФ №15-12-20040) **Impact factor: 1.404**
7. Иванова А.Е., Ананьева В.И., Венкстерн А.А., Шашкова И.А., Юдаев А.В., Тавров А.В., Кораблев О.И., Берто Ж.-Л. Распределение транзитных экзопланет по массам с учетом факторов наблюдательной селекции. ПИСЬМА В АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2019, Том: 45 Номер: 10 Страницы: 741-748. DOI: [10.1134/S0320010819100048](#) **Impact factor:1.160**
8. Климачков Д.А., Петросян А.С., Крупномасштабная сжимаемость во вращающихся течениях астрофизической плазмы в приближении мелкой воды, ЖЭТФ, декабрь 2018, Том 154, Вып. 6, стр. 1239, DOI: [10.1134/S0044451018120180](#) **Impact factor:1.119**
9. Котцов В.А. Увеличение динамического диапазона видеосистемы логическим сложением цифровых изображений // ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ, 2019, №3.
10. Ксанфомалити Л.В. , Л.М. Зелёный , В.Н. Пармон , В.Н. Снытников. Гипотетические признаки жизни на планете Венера: ревизия результатов телевизионных экспериментов 1975—1982 гг. УФН, 2019, 189 403–432 (2019), DOI: [10.3367/UFNr.2018.12.038507](#) **Impact factor:3.090, Q1**
11. Мингалев И.В., Родин А.В., Орлов К.Г. Численное моделирование общей циркуляции атмосферы Титана для условий равноденствия. АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК, 2019, Том: 53 Номер: 4 Страницы: 291-308. DOI: [10.1134/S0320930X19040054](#) **Impact factor:1.531**

12. Мошкин Б.Е., Маслов И.А., Сазонов О.В., Ступин И.А. Фурье-спектрометр для работы на Марсе. ПРИБОРЫ И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА, 2019, Номер: 2
Страницы: 109-113. DOI: [10.1134/S0032816219020149](https://doi.org/10.1134/S0032816219020149) **Impact factor: 0.736**
13. Петрова Е.В., В.П. Тишковец, Р.М. Нелсон, М.Д. Борита. Возможности оценки свойств рыхлой поверхности на основе фазовых профилей поляризации и интенсивности отраженного света. АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК, 2019, том 53, № 3, с. 185–194 DOI: [10.1134/S0320930X19020051](https://doi.org/10.1134/S0320930X19020051). **Impact factor:1.531**
14. Сиразов РА, Петросян АС. Нелинейные преобразования кинетической и магнитной энергий во вращающихся магнитогидродинамических турбулентных течениях. ПИСЬМА В ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ. 2019;110(5):314-22.
<https://doi.org/10.1134/S0370274X19170053> **Impact Factor:1.412**

Статьи в сборниках материалов конференций:

1. Panchuk, V. E. ; Klochkova, V. G. The Technique of Stellar Spectroscopy in the First Quarter of the 21st Century. Конференция: International Conference on Physics of Magnetic Stars, Special Astrophys Observ, Nizhny Arkhyz, RUSSIA, OCT 01-05, 2018. PHYSICS OF MAGNETIC STARS, 2019, Серия книг: Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Том: 518, Стр.: 237-241.
2. Panchuk, V. E. ; Klochkova, V. G. ; Sachkov, M. E. Spectroscopic Studies of Exoplanets. Radial Velocities. Конференция: International Conference on Physics of Magnetic Stars, Special Astrophys Observ, Nizhny Arkhyz, RUSSIA, OCT 01-05, 2018. PHYSICS OF MAGNETIC STARS, 2019, Серия книг: Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Том: 518, Стр.: 213-216.
3. Valyavin, GG ; Musaev, FA; Perkov, AV ; Bychkov, VD ; Yushkin, MV¹; Galazutdinov, GA; Drabek, SV¹; Shergin, VS ; Sazonenko, DA ¹; Kukushkin, DE ; Bakholdin, AV ; Bertaux, JL; Tavrov, AV ; Korablev, OI ; Starkov, AA; Arkhipova, LN ; Larionov, S ; Semenko, EA; Burlakova, TE ; Kravchenko, VM; Kudryavtsev, DO ; Pritychenko, AM; Kryukov, PG; Semjonov, SL; Valeev, AF ; Romanyuk, II ; Fabrika, SN . The High-Resolution Fiber-Fed Echelle Spectrograph for the SAO RAS 6-m Telescope: First Spectra. Конференция: International Conference on Physics of Magnetic Stars, Special Astrophys Observ, Nizhny Arkhyz, RUSSIA, OCT 01-05, 2018. PHYSICS OF MAGNETIC STARS, 2019, Серия книг: Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Том: 518, Стр.: 242-246.
4. Барке В.В., Венкстерн А.А., Котцов В.А., Захаров А.И. Способ определения звездной ориентации, не требующий перебора бортового каталога // Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов. Сб. Трудов под ред. Г.А. Аванесова. М., 2019 http://ofo.ikiweb.ru/publ/conf_2018_st.pdf
5. Гизатуллин К.Р., Трохимовский А.Ю., Федорова А.А., Bertaux J.-L., Spite M., Ломакин А. А., Патракеев А., Montmessin F., Кораблев О.И. “Спектр Солнца в ближнем инфракрасном диапазоне по данным ACS NIR на борту TGO”. Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА». 11 - 15 ноября 2019 г. Москва, ИКИ РАН.
6. Дзюбан И.А., Доброленский Ю.С., Вязоветский Н.А., Сапгир А.Г., Кораблев О.И., Федорова А.А., Помпро Ж.-П., Ранну П, ODS – датчик оптической толщины атмосферы Марса для миссии ЭкзоМарс-2020. 17-я Всероссийская открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА». Москва, 2019 г. Тезисы докладов, стр. 360.
7. Евдокимова Д.Г., Федорова А.А., Кораблев О.И., Беляев Д.А., Bertaux J.-L. Мониторинг атмосферного свечения кислорода на ночной стороне Венеры по данным СПИКАВ-ИК аппарата «Венера-Экспресс». XVII Всероссийская Открытая конференция СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА «Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов», 11–15 ноября 2019 г., ИКИ РАН, Москва.
8. Жарикова М.С., Федорова А.А., Lefevre F., Montmessin F., Кораблев О.И., Lacombe G., Bertaux J.-L. «Ночное свечение O₂ в атмосфере Марса по данным SPICAM/Мех». Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)». 11 – 15 ноября

- 2019г., Москва, Россия,
http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7939
9. Захаров А.В., Дольников Г.Г., Кузнецов И.А., Ляш А.Н., Шашкова И.А.. Приповерхностная пылевая обстановка на Луне и Марсе как объект дистанционного зондирования КА. XVII Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА». Институт космических исследований РАН, Москва, Россия. Ноябрь 2019. http://conf.rse.geosmis.ru/files/conf_2019/dzz-program-2019-v10.pdf
 10. Котцов В.А., Золотарёв В.В. Возможности повышения эффективности видеoinформационных систем на посадочных платформах // СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА. 2019.- тезисы
 11. Кузнецов И.А., Шашкова И.А., Поройков А.Ю., Захаров А.В., Ляш А.Н., Дольников Г.Г.. Экспериментальное моделирование пылевой динамики безатмосферных тел и система оптической регистрации пылевых частиц. XVII Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА». Институт космических исследований РАН, Москва, Россия. Ноябрь 2019. http://conf.rse.geosmis.ru/files/conf_2019/dzz-program-2019-v10.pdf
 12. Ломакин А.А., Федорова А.А., Трохимовский А.Ю., Патракеев А., Коконков Н., Гизатуллин К.Р., Lacombe G., Montmessin F., Кораблев О.И. “Статус калибровок ACS NIR”. Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)», 11 - 15 ноября 2019 г., Москва, Россия, 2019, http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/mythesis.aspx?thesis=7848
 13. Стариченко Е.С., Беляев Д.А., Федорова А.А., Медведев А.С., Кораблев О.И., Montmessin F., Трохимовский А.Ю., 2019. Исследование гравитационных волн в атмосфере Марса по данным солнечного просвечивания ACS аппарата ExoMars/TGO. // Материалы 17-й Всероссийской открытой конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА» 11–15 ноября 2019, ИКИ РАН, Москва. 2019. С. 370. DOI 10.21046/17DZZconf-2019a. 2019.
 14. Федорова А.А., Montmessin F., Кораблев О.И., Лугинин М.С., Трохимовский А.Ю., Alday J., Беляев Д.А., Игнатъев Н.И., Olsen K., Millour E., Берто Ж.-Л., Корса С.Я., Lefevre F., Wilson C., Шакун А.В., Forget Ф., Григорьев А.В., Патракеев А., Maattanen A., Водяной пар в средней атмосфере Марса в пылевой сезон по данным ACS/TGO, Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)». 11 - 15 ноября 2019 г. Москва, ИКИ РАН.
 15. Федорова Е.С., Беляев Д.А., Шакун А.В., Игнатъев Н.И., Григорьев А.В., Федорова А.А., Кораблев О.И. Оценка пределов детектирования малых газовых составляющих атмосферы Марса в эксперименте ФАСТ/ЭкзоМарс-2020. // Материалы 17-й Всероссийской открытой конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА» 11–15 ноября 2019, ИКИ РАН, Москва. 2019. С. 372. DOI 10.21046/17DZZconf-2019a. 2019.

Доклады, тезисы, циркуляры:

1. **Alday Juan**, Colin Wilson, Patrick Irwin, Kevin Olsen, Lucio Baggio, Franck Montmessin, Alexander Trokhimovskiy, Anna Fedorova, Oleg Korablev, and Andrey Patrakeev, Vertical profiles of water vapour isotopes in the Martian atmosphere using ExoMars TGO/ACS, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-14788, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://www.egu2019.eu>
2. Alday, Juan; Irwin, Patrick; Wilson, Colin; Olsen, Kevin; Baggio, Lucio; Montmessin, Franck; Korablev, Oleg; Trokhimovskiy, Alexander; Fedorova, Anna; Belyaev, Denis; Patrakeev, Andrew; Shakun, Alexey. Oxygen isotopic ratios in Martian water vapour: vertical profiles from ACS-MIR on ExoMars TGO. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-528. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
3. Ananyeva V., A. Ivanova, I. Shashkova, A. Venkstern, A. Tavrov and J.-L. Bertaux, Mass distribution of exoplanets considering observation selection effects in the transit detection technique, устный доклад на 10-м Московском симпозиуме по Солнечной системе (10M-S3). <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
4. Ananyeva Vladislava, Alexander Tavrov, Inna Shashkova, Andrey Yudaev, Anastasia Ivanova, Oleg Korablev, and Jean-Loup Bertaux, Exoplanet mass distribution considering selection factors for transit technique, постерный доклад на EPSC-DPS Joint Meeting 2019, 15-20 Sep 2019, Geneva, Switzerland. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
5. Belov A. A., V. S. Cheptsov, E. A. Vorobyova, N. A. Manucharova, Z. S. Ezhelev. Edaphic bacterial communities of the arid mojave desert: Astrobiological implication. In The Tenth Moscow Solar System Symposium, pp. 510–511. IKI RAS, 2019. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
6. Belov A. A., V. S. Cheptsov, E. A. Vorobyova, Z. S. Ezhelev. Multiple stress-tolerance of culturable bacteria from extreme habitats: Astrobiological implication. In Venera-D Landing Sites selection and Cloud Layer Habitability Workshop. Materials. IKI RAS, 2019.
7. Belyaev D., A. Fedorova, A. Trokhimovskiy, F. Montmessin, K. Olsen, A. Shakun, J.-L. Bertaux, and O. Korablev, 2019. Temperature vertical profiles of Mars atmosphere: first year of solar occultations by the ACS MIR onboard the ExoMars TGO. General Assembly 2019, Geophysical Research Abstracts, Vol. 21, EGU2019-15943, 2019. <https://www.egu2019.eu>
8. Belyaev D., A. Fedorova, A. Trokhimovskiy, O. Korablev, F. Montmessin, K. Olsen, J. Alday, J.-L. Bertaux, and the ACS Science Team, 2019. Temperature distribution in Mars atmosphere as measured by the ACS-MIR/ExoMars-TGO solar occultations. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, EPSC Abstracts, Vol. 13, EPSC-DPS2019-1566-1, 2019. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
9. Cheptsov V., A. K. Pavlov, D. Tsurkov, A. Belov, E. Vorobyova, D. Frolov, G. Vasiliev, V. Lomasov. Bacteria survival in Europa's surface after pulse ejection of subsurface ocean water. In The Tenth Moscow Solar System Symposium, volume 2, pp. 247–249. IKI RAS, 2019. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
10. Cheptsov V.S., A.E. Chumikov, N.G. Managadze. Dependence of accuracy of elemental and isotopic composition measurement on the volume of the spectra array for the LASMA-LR instrument onboard Luna-Glob and Luna-Resource missions. In The Tenth Moscow Solar System Symposium, pp. 400–402. IKI RAS, 2019. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
11. Dobrolenskiy Y.S., Korablev O.I., Fedorova A. A., Mantsevich S.N., Kalinnikov Y.K., Vyazovetskiy N.A., Titov A.Y., Stepanov A.V., Sapgir A.G., Dzyuban I.A., Evdokimova N.A., Kuzmin R.O., Ivanov Y.S., Syniavskiy I.I., **Acousto-Optic**

- Spectrometer ISEM for ExoMars-2020 space mission: ground measurements and calibrations. 14th School on Acousto-Optics and Applications. Torun, 2019. Book of Abstracts and Conference Guide, p. 49.
12. Dobrolenskiy Yury, Oleg Korablev, Anna Fedorova, Sergey Mantsevich, Yury Kalinnikov, Nikita Vyazovetskiy, Yuriy Ivanov, Ivan Syniavskiy, Andrey Titov, Alexander Stepanov, Alexander Sapgir, Ilya Dzyuban, Nadezhda Evdokimova and Ruslan Kuzmin. Spectrometer ISEM for ExoMars-2020 space mission: from qualification prototype to flight model. EPSC-2019 EPSC Abstracts Vol.13, 2019 EPSC-DPS Joint Meeting 2019, EPSC-DPS2019-658-1. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 13. Dolnikov G.G., Zakharov A.V., Kuznetsov I.A., Lyash A.N., Shashkova I.A., Porojkov A.Yu., Bednyakov S.A., Dubov A.E., Bychkova A.S., Popel S.I., Zelenyi L.M.. The problems of formation of the dusty plasma systems for the atmosphere-less space body, Scientific-Coordination Workshop "Non-ideal Plasma Physics", Moscow, Russia, November 2019. https://ihed.ras.ru/npp2019/program/restore_program_eng_html.php
 14. Dolnikov G.G., Zakharov A.V., Kuznetsov I.A., Lyash A.N., Shashkova I.A. and Zelenyi L.M. In situ investigation of the surface of the atmosphere-less space body as the dusty plasma source. 33th International Conference on Equations of State for Matter, Elbrus, Russia, March 2019. <https://ihed.ras.ru/elbrus19/program/section.php?section=5>
 15. Evdokimova D., Fedorova A., Korablev O., Marcq E., Bertaux J.-L. Variations of lower clouds and water vapor amount in deep Venus atmosphere based on night windows observations by the SPICAV-IR/Venus-Express. International Venus Conference 2019, 31 мая - 3 июня 2019 г., Niseko, Hokkaido, Japan. 09-6 IVC2019-0112. P. 123.
 16. Evdokimova D.G., Fedorova A.A., Belyaev D.A., Korablev O.I., Marc E., Bertaux J.-L. Water vapour distribution in the Venus deep atmosphere by the SPICAV-IR/VEX night observations. The tenth Moscow Solar System symposium 2019, 7-11 октября 2019 г., ИКИ РАН, Москва. 10MS3-PS-25, P. 311-312. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10ms3-abstract-book.pdf>
 17. Evdokimova, Daria; Montmessin, Franck; Belyaev, Denis; Bertaux, Jean-Loup. First global extraction of mesospheric Venusian O3 and SO2 concentrations from the entire SPICAV-UV/VEX stellar occultations dataset. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1469. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 18. Fedorova A., F. Lefevre, A. Trokhimovsky, O. Korablev, F. Montmessin, M. Zharikova, A. Patrakeevev, J.-L. Bertaux and the ACS team The O2 vertical profiles in the Martian atmosphere with ACS-NIR onboard TGO, The Tenth Moscow Solar System Symposium, October 7-11, 2019. 10MS3-MS-01. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10ms3-abstract-book.pdf>
 19. Fedorova Anna, Alexander Trokhimovsky, Franck Lefevre, Oleg Korablev, Franck Montmessin, Andrey Patrakeevev, Alexey Shakun, Jean-Loup Bertaux, The O2 vertical profiles in the Martian atmosphere with the ACS-NIR onboard TGO ExoMars, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-14878-1, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://www.egu2019.eu>
 20. Fedorova Anna, Franck Montmessin, Oleg Korablev, Alexander Trokhimovskiy, Ehouarn Millour, Mikhail Luginin, Juan Alday, Kevin Olsen, Denis Belyaev, Svyatoslav Korsa, Andrey Patrakeevev, Jean-Loup Bertaux, The behaviour of water vapour in the middle atmosphere at the dusty season on Mars with ACS/TGO, EPSC Abstracts Vol. 13, EPSC-DPS2019-839-1, 2019 EPSC-DPS Joint Meeting 2019. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 21. Gizatullin Karim, Alexander Trokhimovskiy, Anna Fedorova, Jean-Loup Bertaux, Monique Spite, Alexander Lomakin, Andrey Patrakeevev, Franck Montmessin, Oleg

- Korablev “Near-infrared high-resolution solar spectrum from ACS NIR onboard TGO”. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, Sep 2019, Geneva, Switzerland. pp.EPSC-DPS2019-1786-4. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
22. Grishakina E. A., V. Yu Makovchuk, Z. S. Ezhelev, V. S. Cheptsov, A. A. Belov, J. L. Vázquez-Poletti, I. M. Llorente, M. Ruiz-Ramos, A. Sanz-Cobena, A. Rodríguez. Physical, mechanical, hydrophysical, and microbiological properties of Martian soil simulant. In The Tenth Moscow Solar System Symposium, pp. 294-295. IKI RAS, 2019. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
 23. Guerlet, S.; Ignatiev, N.; Fouchet, T.; Forget, F.; Millour, E.; Young, R.; Montabone, L.; Grigoriev, A.; Trokhimovskiy, A.; Montmessin, F.; Korablev, O. (2018), Thermal structure and aerosol content in the martian atmosphere from ACS-TIRVIM onboard ExoMars/TGO, European Planetary Science Congress 2018, held 16-21 September 2018 at TU Berlin, Berlin, Germany, id.EPSC2018-223. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 24. Ignatiev N., D. Grassi, S. Guerlet, P. Vlasov, A. Grigoriev, A. Shakun, A. Trokhimovskiy, O. Korablev, F. Montmessin, F. Forget, and L. Zasova (2019), Thermal structure and dust clouds during the 2018 dust storm from ACS-TIRVIM onboard ExoMars/TGO, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-14988-1, 2019, EGU General Assembly 2019. <https://www.egu2019.eu/>
 25. Kameda S., A. Tavrov, T. Muraoka, G. Murakami, K. Enya, T. Kodama, N. Narita, M. Ikoma, O. Korablev, M. Sachkov, WSO-UV/UVSPEX for observation of earth-like exoplanets, устный доклад на 10-м Московском симпозиуме по Солнечной системе (10M-S3). <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
 26. Kameda Shingo, Alexander Tavrov, Go Murakami, Keigo Enya, Masahiro Ikoma, Norio Narita, Hitoshi Fujiwara, Naoki Terada, Oleg Korablev, and Mikhail Sachkov, Observability of oxygen exosphere of an Earth-like exoplanet around a low temperature star, устный доклад на EPSC-DPS Joint Meeting 2019, 15-20 Sep 2019, Geneva, Switzerland. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 27. Klimov Stanislav, Oleg Vaisberg, Alexander Galka, Vladimir Gotlib, Valery Grushin, Maxim Dolgonosov, Lev Zelenyi, Valery Korepanov, Alexander Kostrov, Janos Lichtenberger, Dmitry Moiseenko, Janos Nagy, Denis Novikov, Peter Szegedi, Nathan Eismont. Spatial - Temporal Study of Plasma-Waves and Ionospheric Parameters using Microsatellites. The 4th COSPAR Symposium, November 4-8, 2019, Daniel Hotel, Herzliya, Program, 368, D.1 (3), p. 34.
 28. Korablev Oleg, Franck Montmessin, Anna Fedorova, Alexander Trokhimovskiy, Nikolay Ignatiev, Alexey Grigoriev, Alexey Shakun, Mikhail Luginin, Sandrine Guerlet, Lucio Baggio, Kevin Olsen, Juan Aulday-Parejo, Denis Belyaev, Franck Lefevre, Francois Forget, Colin Wilson, The study of the Martian atmosphere based on high-resolution spectra obtained by ACS (Atmospheric Chemistry Suite) at ExoMars Trace Gas Orbiter The study of the Martian atmosphere based on high-resolution spectra obtained by ACS (Atmospheric Chemistry Suite) at ExoMars Trace Gas Orbiter, The XIX Symposium on High Resolution Molecular Spectroscopy, July 1-5, 2019, Nizhny Novgorod, https://symp.iao.ru/files/symp/hrms/19/en/abstr_10477.pdf
 29. Korablev Oleg, Franck Montmessin, Anna Fedorova, Alexander Trokhimovskiy, Nikolay Ignatiev, Alexey Grigoriev, Alexey Shakun, Mikhail Luginin, Sandrine Guerlet, Lucio Baggio, Kevin Olsen, Juan Alday-Parejo, Denis Belyaev, Franck Lefevre, Francois Forget, and Colin Wilson, One Year Of Observations By The Atmospheric Chemistry Suite (ACS) Experiment On Board The ExoMars Trace Gas Orbiter, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-7458-1, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://www.egu2019.eu>

30. Kottsov V. Collaboration with Russia: from MEX to BepiColombo and ExoMars. // MEX SWT meeting. ESTEC, 2019
31. Krasilnikov S. S. and R. O. Kuzmin, Measuring of thicknesses of remnant massifs of layered deposits at high northern latitudes of Mars. 50th Lunar and Planetary Science Conference 2019 (Abstract 2370).
32. Krasilnikov S.S., A.V. Zarodnyuk, M.A. Ivanov, R.O. Kuzmin, Measuring of volume and thicknesses of remnant massifs of layered deposits on Mars, using altimetry data and math approximation. 10th Moscow Solar System Symposium 2019. Abstract 10MS3-PS-19. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
33. Kryuchkova M. O., E. A. Vorobyova, A. E. Ivanova, V. S. Cheptsov, A. K. Pavlov. How fungal communities of desert soils respond to irradiation by high-energy electrons (HEE)? In The Tenth Moscow Solar System Symposium, volume 2, pp. 244–245. IKI RAS, 2019. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
34. Lomakin Alexander, Anna Fedorova, Alexander Trokhimovskiy, Andrey Patrakeev, Nikita Kokonkov, Karim Gizatullin, Gaetan Lacombe, Franck Montmessin, Oleg Korablev, “Performance of the ACS NIR channel in nadir”, EPSC-DPS Joint Meeting 2019, 15–20 September 2019. Geneva, Switzerland, 2019. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/EPSC-DPS2019-1798-2.pdf>
35. Luginin M., A. Fedorova, N. Ignatiev, A. Grigoriev, A. Trokhimovskiy, A. Shakun, F. Montmessin, O. Korablev “Vertical distribution of dust and water ice during 2018 dust storm from TIRVIM and NIR solar occultations onboard ExoMars/TGO” EGU General Assembly 2019, 7–12 April 2019, Vol. 21, EGU2019-10203, 2019 <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-10203.pdf>
36. Luginin M., A. Fedorova, N. Ignatiev, A. Grigoriev, A. Trokhimovskiy, A. Shakun, F. Montmessin, O. Korablev “Dust and water ice aerosols during the first year of ACS TIRVIM and NIR observations”. The Tenth Moscow Solar System Symposium 2019, 7-11 October 2019. 10MS3-MS-04. <https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
37. Luginin, Mikhail; Fedorova, Anna; Ignatiev, Nikolay; Grigoriev, Alexey; Trokhimovskiy, Alexander; Shakun, Alexey; Montmessin, Franck; Korablev, Oleg. One year of observations of dust and water ice aerosols performed by ACS TIRVIM and NIR. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1316. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
38. Montmessin Franck, Oleg Korablev, Alexander Trokhimovskiy, Anna Fedorova, Franck Lefèvre, Jean-Loup Bertaux, Lucio Baggio, Kevin Olsen, and Alexey Shakun Establishing CH₄ detection limits with the MIR channel of the ACS instrument onboard TGO, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-4368-1, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://www.egu2019.eu>
39. Olsen Kevin, Juan Alday, Lucio Baggio, Denis Belyaev, Anna Fedorova, Alexey Grigoriev, Oleg Korablev, Franck Montmessin, Andrey Patrakeev, Alexey Shakun, and Alexander Trokhimovskiy, Trace Gas Retrievals for the ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO) Atmospheric Chemistry Suite (ACS) mid-infrared channel during the first year of operation. Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-11522, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://www.egu2019.eu>
40. Olsen, Kevin; Alday, Juan; Baggio, Lucio; Belyaev, Denis; Fedorova, Anna; Grigoriev, Alexey; Korablev, Oleg; Montmessin, Franck; Lefèvre, Franck; Patrakeev, Andrey; Rossi, Loïc; Shakun, Alexey; Trokhimovskiy, Alexander. Vertical distributions of CO, H₂O, HDO, and temperature in the atmosphere of Mars after a year of observations with the ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO) Atmospheric Chemistry Suite mid-infrared (ACS MIR) solar occultation spectrometer. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20

- September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1463.
<https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
41. Petrova E.V. and V.P. Tishkovets. Light scattering by discrete random media: pitfalls in the comparison of models and experiments. The Tenth Moscow international Solar System Symposium (10M-S3), October 7-11, 2019. Abstract No. 10MS3-PS-86, <https://ms2019.cosmos.ru/>
 42. Rodionov, Daniel; Zelenyi, Lev; Korablev, Oleg; Chulkov, Ilya; Marchenkov, Konstantin; Vago, Jorge. ExoMars-2020 Landing Platform scientific payload status. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1366. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 43. Rossi, Loïc; Montmessin, Franck; Forget, François; Millour, Ehouarn; Olsen, Kevin; Vals, Margaux; Fedorova, Anna; Trokhimovskiy, Alexander; Korablev, Oleg. Modeling of HDO in the Martian atmosphere. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1372. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 44. Starichenko E.D., D.A. Belyaev, A.A. Fedorova, A.S. Medvedev, O.I. Korablev, F. Montmessin, A. Trokhimovskiy, 2019. Gravity waves in martian atmosphere from ACS/TGO solar occultations: preliminary results. THE TENTH MOSCOW SOLAR SYSTEM SYMPOSIUM, 10MS3-PS-05, p.270, 2019. (<https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>)
 45. Svedhem, Håkan; Vago, Jorge L.; Rodionov, Daniel. ExoMars Trace Gas Orbiter - Status and future activities. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1811. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 46. Thomas N., G. Cremonese, J. Perry, M. Almeida, M. Banaszekiewicz, J.N. Bapst, P. Becerra, J.C. Bridges, S. Byrne, S. Conway, V. Da Deppo, S. Debei, M.R. El-Maarry, A. Fennema, K. Gwinner, E. Hauber, R. Heyd, C.J. Hansen, A. Ivanov, L. Keszthelyi, R. Kirk, W. Kofman, R. Kuzmin, A. Lucchetti, N. Mangold, C. Marriner, L. Marinangeli, M. Massironi, G. McArthur, A.S. McEwen, C. Okubo, P. Orleanski, M. Pajola, A. Parkes Bowen, M.R. Patel, A. Pommerol, G. Portyankina, R. Pozzobon, M.J. Read, C. Schaller, P.-A. Tesson, L.L. Tornabene, S. Tulyakov, P. Wajer, P. Witek, J. Wray, and R. Ziethel. A summary of observations by the CaSSIS imaging system onboard ESA's ExoMars Trace Gas Orbiter. EPSC Abstracts Vol. 13, 2019. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, EPSC-DPS2019-1160-2. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 47. Thomas N., G. Cremonese, M. Al-meida, M. Banaszekiewicz, J.N. Bapst, P. Becerra, J.C. Bridges, S. Byrne, S. Conway, V. Da Deppo, S. Debei, M.R. El-Maarry, A. Fennema, E. Hauber, R. Heyd, C.J. Hansen, A. Ivanov, L. Keszthelyi, R. Kirk, R. Kuzmin, A. Lucchetti, N. Mangold, C. Marriner, L. Marinangeli, M. Massironi, A.S. McEwen, C. Okubo, P. Orleanski, M. Pajola, A. Parker Bowen, M.R. Patel, J. Perry, A. Pommerol, R. Pozzobon, M.R. Read, P.-A. Tesson, L. Tornabene, S. Tulyakov, P. Wajer, P. Witek, J. Wray, and R. Ziethel. CaSSIS: Overview of imaging in the first 9 months of the prime mission. 50th Lunar and Planetary Science Conference 2019 (Abstract 1585).
 48. Trokhimovskiy Alexander, Anna Fedorova, Oleg Korablev, Franck Montmessin, Franck Lefevre, Andrey Patrakeev, and Alexey Shakun, Trace gas measurements by ACS MIR onboard ExoMars/TGO, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-16491, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://www.egu2019.eu>
 49. Trokhimovskiy A., O. Korablev, A. Fedorova, F. Montmessin, K. Olsen, L. Baggio, F. Lefèvre, A. Patrakeev, A. Shakun, Methane and other trace species detection attempts using ACS MIR channel onboard TGO ExoMars mission, The Tenth Moscow Solar

- System Symposium, October 7-11, 2019.10MS3-MS-01.
<https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
50. Trokhimovskiy, Alexander; Fedorova, Anna; Korablev, Oleg; Patrakeev, Andrey; Kokonkov, Nikita; Shakun, Alexey; Montmessin, Franck; Lefevre, Franck. Trace gas observations by ACS MIR onboard ExoMars/TGO. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1603.
<https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 51. Vázquez-Poletti J. L., I. M. Llorente, M. Ruiz-Ramos, P. J. Pascual, M. Ramírez-Nicolás, A. Sanz-Cobena, S. Jiménez, A. Rodríguez, D. Usero, L. Vázquez, V. Yu Makovchuk, E. A. Grishakina, A. A. Belov, V. S. Cheptsov, Z. S. Ezhelev. Serverless computing for Mars exploration and colonization applications. In The Tenth Moscow Solar System Symposium, pp. 61–63. IKI RAS, 2019.
<https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>
 52. Vinogradov I.I., Barke V.V., Gazizov I.Sh., Golovnin I.V., Kazakov V.A., Kozlova V.A., Lebedev Yu.V., Malashevich S.V., Meshcherinov V.V., Nosov A.V., Rodin A.V., Roste O.Z., Spiridonov M.V., Venkstern A.A., Zenevich S.G., Cousin J., Durry G., Ghysels-Dubois M., M-DLS experiment for the ExoMars-2020 mission stationary landing platform: instrument design, fabrication and calibration results // The Moscow international Solar System Symposium (10M-S3), 10MS3-PS-13, IKI RAS, **Moscow, 7-11 October, 2019**. https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-program_www-05.09.2019.pdf
 53. Vlasov, Pavel; D'Aversa, Emiliano; Belyaev, Denis; Ignatiev, Nikolay; Bertaux, Jean-Loup; Marcq, Emmanuel; Baggio, Lucio; Piccioni, Giuseppe; Carlson, Robert. Ultraviolet albedo of Venus' clouds due to SPICAV and VIRTIS joint nadir observations onboard Venus Express. EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1597.
<https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/sessionprogramme>
 54. Zabalueva E. V., S. S. Krasilnikov and R. Kuzmin. Graph-analytical method in ice avalanche streams modeling on Mars. 50th Lunar and Planetary Science Conference 2019 (Abstract 1818).
 55. Zharikova M., A. Fedorova, F. Lefèvre, F. Montmessin, O. Korablev, G. Lacombe, J-L. Bertaux «O₂ nightglow observations in the martian atmosphere by SPICAM/MEX». The Tenth Moscow Solar System Symposium. 7-11 October, Moscow, Russia,
<https://ms2019.cosmos.ru/docs/10m-s3-abstract-book.pdf>.
 56. Балтер Б.М., Д.Б.Балтер, В.В.Егоров, В.А.Котцов, М.В.Стальная, М.В.Фаминская Информационные циклы оптимального управления индустриальным загрязнением воздуха и применение в них космических наблюдений // Искусственный интеллект в космических исследованиях. Таруса. 2019
 57. Бондаренко А. В., М. А. Бондаренко, В. А. Котцов Новые возможности применения цифровых камер расширенного спектрального диапазона. // ТЗСУ-2019 (Техническое зрение в системах управления – 2019: сб. тез. докл. научно-техн. конф. 12–13 марта 2019, Москва, ИКИ РАН. М.: ИКИ РАН, 2019)
 58. Виноградов И.И. и группа разработчиков М-ДЛС (ИКИ РАН, МФТИ), Эксперимент М-ДЛС на стационарной посадочной платформе проекта ЭкзоМарс-2020 // 25-ый Общероссийский семинар по диодной лазерной спектроскопии (ДЛС-25) им. А.М. Прохорова, ФИАН им. Лебедева, Москва, 10 апреля 2019 г.
http://pgia.ru/content/2019/03/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0_%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%8B_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%90%D0%BF%D0%B0%D0%B8%D1%82%D1%8B_2019.pdf
<http://www.dls.gpi.ru/rus/sem/25/3.pdf>

59. Гизатуллин К. Р., А.Ю. Трохимовский, А.А. Федорова, J.-L. Bertaux, Monique Spite, А.А. Ломакин, А.С. Патракеев, Ф. Монтмессан, О.И. Кораблев “Спектр Солнца в ближнем инфракрасном диапазоне по данным ACS NIR на борту TGO”. 62-я Всероссийская научная конференции МФТИ, 18-24 ноября 2019, Москва — Долгопрудный — Жуковский.
60. Гизатуллин К.Р. «Спектр Солнца в ближнем инфракрасном диапазоне по данным ACS NIR на борту TGO». Школа — Семинар «Атмосферы планет: От земной группы к экзопланетам», 25-27 марта 2019 г. Полярный Геофизический Институт, Мурманск.
61. Гизатуллин К.Р., А.Ю. Трохимовский, А.А. Федорова, О.И. Кораблёв, F. Montmessin, Д.С. Бецис, J.-L. Bertaux, M. Spite4 и команда ACS «СПЕКТР СОЛНЦА В БЛИЖНЕМ ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ ПО ДАННЫМ ACS NIR НА БОРТУ TGO». XVI Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования". 15-17 апреля 2019 г. Москва, ИКИ РАН
62. Дольников Г.Г.. Прямые исследования приповерхностной плазменно-пылевой среды безатмосферных космических тел (приглашенный доклад). Школа-семинар “Атмосферы планет: От земной группы к экзопланетам” Полярный геофизический институт. Апатиты. Россия. Март 2019. http://pgia.ru/content/2019/03/Программа_Атмосферы_планет_Апатиты_2019.pdf
63. Дольников Г.Г.. Прямые исследования приповерхностной плазменно-пылевой среды безатмосферных космических тел. Семинар ОИВТ под руководством академика В. Е. Фортова. Москва, Россия. Март 2019. <http://www.gproxx.com/> https://jih.ru/community/seminars/seminar_detail.php?ID=82800
64. Евдокимова Д. Исследование эмиссии NO по данным наблюдений лимбов и звездных затмений SPICAV-UV/VEX. Школа-семинар «Атмосферы планет: От земной группы к экзопланетам», 25-27 марта 2019 г., Полярный геофизический институт, Апатиты.
65. Евдокимова Д.Г., Беляев Д.А., Монтмессан Ф., Вено О. Анализ температурной зависимости сечений молекулярного поглощения CO₂ в УФ-диапазоне спектра от 120 до 190 нм. XVI Конференция молодых учёных, посвященная Дню космонавтики «Фундаментальные и прикладные космические исследования», 15-17 апреля 2019 г., ИКИ РАН, Москва. Стр. 43-44.
66. Жарикова М.С., Федорова А.А., F. Lefèvre, F. Montmessin, O.I. Korablev, J-L. Bertaux «Наблюдение ночного свечения O₂ в атмосфере марса прибором SPICAM/MEX». XVI Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования" 17-19 апреля 2019г., Москва, Россия, https://kmu.cosmos.ru/docs/2019/Tezisy_KMU_2019_2.pdf
67. Зелёный Л.М. , В.Н. Ангаров, И.В. Козлов, В.В. Летуновский, В.Н. Назаров, Д.И. Новиков, А.А. Петрукович, В.Г. Родин, Н.А. Эйсмонт, В.Е. Корепанов, А.В. Костров, Я. Лихтенбергер, Я. Надь, П. Сегеди, Я. Шоймоши. Результаты и перспективы фундаментальных космических исследований на микроспутниках, реализуемых в инфраструктуре Международной космической станции. ПЕРВАЯ Всероссийская конференция по космическому образованию «ДОРОГА В КОСМОС» 1–4 октября 2019 года. Москва 2019, ИКИ РАН, с. 190-194.
68. Казаков В.А. и группа разработчиков М-ДЛС (МФТИ, ИКИ РАН), Марсианский многоканальный диодно-лазерный спектрометр для стационарной посадочной платформы "ЭкзоМарс-2020" // Школа-семинар «Полярные процессы в атмосферах планет», научная конференция и школа молодых ученых “Атмосферы планет: От земной группы к экзопланетам”, г. Апатиты, 25-27 марта 2019 г.
69. Климов, С. И., О.Л. Вайсберг, В.М. Готлиб, В.А. Грушин, М.С. Долгоносов, Котцов В.А., Дроханов А.Н. Структурозональный анализ видеоинформации и его

- применение в техническом зрении. // ТЗСУ-2019 (Техническое зрение в системах управления – 2019: сб. тез. докл. научно-техн. конф. 12–13 марта 2019, Москва, ИКИ РАН. М.: ИКИ РАН, 2019)
70. Ломакин А.А. , А.А. Федорова , А.Ю. Трохимовский , О.И. Кораблев, “Калибровки надирного канала NIR/ACS на борту Trace Gas Orbiter Exomars”. XVI Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", Москва 15-17 апреля 2019 г., https://kmu.cosmos.ru/docs/2019/Tezisy_KMU_2019_2.pdf.
71. Ломакин, А.А. Федорова, Д. Бердис, О.И. Кораблев, Ф. Монтмессан, “Спектры СО₂ льда в ИК диапазоне по данными СПИКАМ/Марс-Экспресс: сравнение с моделью Хапке”. 62-я Всероссийская научная конференции МФТИ, 18-23 ноября 2019, Москва, Россия

Другие издания:

1. Korablev O.I. Planetary atmospheres. in Russian National Report. Meteorology and Atmospheric Sciences: 2015–2018 for the XXVII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (Montreal, Canada, July 8–18, 2019)/ Ed.: Mokhov I.I., Krivolutsky A.A. – Moscow: MAKS Press, 2019. 332 p. DOI 10.29003/m662.978-5-317-06182-1 pp.287-303
2. Petrosyan, A.S. Large-scale structures in a turbulent fluid with solid particles and with gas bubbles. ERCOFTAC Series(Book Chapter), 2019, Volume 26, Pages 169-177. DOI: 10.1007/978-3-030-12547-9_18
3. Барке В.В., Виноградов И.И., Зеневич С.Г., Климчук А.Ю., Лебедев Ю.В., Родин А.В., Семенов В.М., Спиридонов М.В. Заявка на изобретение № 2019121487 от 09.07.2019: "Марсианский многоканальный диодно-лазерный спектрометр "М-ДЛС". Заявитель: Российская Федерация, от имени которой выступает Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос». МПК: G01N21/03 (2006/01), G01N21/3504 (2014.01)