

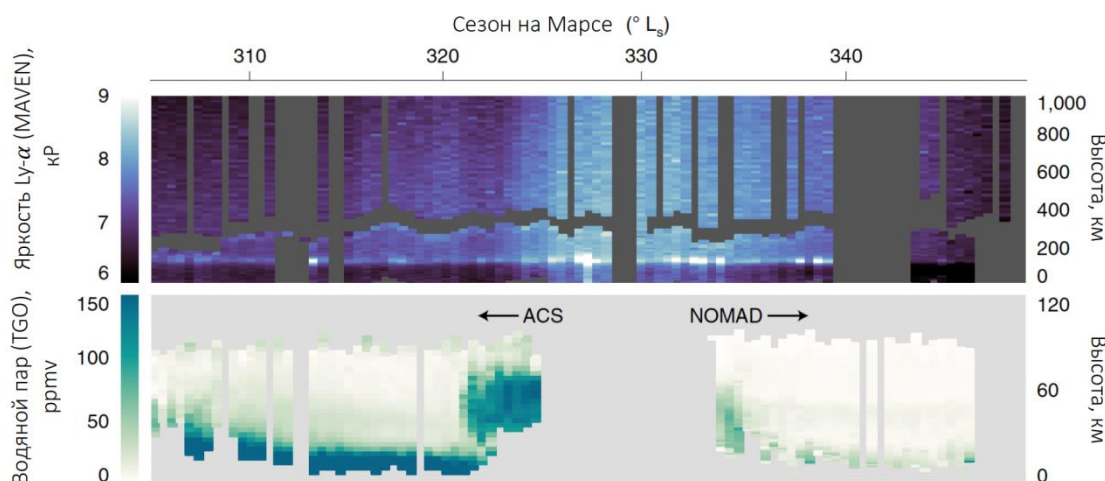
НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИКИ РАН,
ВЫПОЛНЯЕМЫЕ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАДАНИЯ

2021г.

Зависимость потерь воды с Марса от сезона и пылевых бурь

Федорова А.А., Трохимовский А., Кораблев О.И., Беляев Д.А., Патракеев А., Шакун А.
Институт космических исследований РАН в кооперации с научными организациями
США, Великобритании, Франции, Бельгии, Испании, Италии.

Судьба воды является ключевым вопросом истории Марса. Ее потери в результате фотодиссоциации и последующей диссипации водорода зависят от солнечного излучения сверху и подъема воды снизу. Наблюдения атмосферы Марса российскими приборами ACS и SPICAM на космических аппаратах ExoMars TGO и Mars Express, охватывающие восемь марсианских лет и две глобальные пылевые бури, позволили исследовать распределение воды до больших высот. Подтверждена эффективность пылевых бурь в подъеме воды и установлено что такой подъем происходит каждый марсианский год, летом в южном полушарии. Эффективность процесса диссоциации впервые подтверждена одновременными наблюдениями водородной короны на КА MAVEN во время регионального пылевого события. По данным ACS изучено отношение концентрации обычной и тяжелой воды (H_2O и HDO) в зависимости от высоты. Установлено, что образование атомарного водорода и дейтерия регулируется преимущественно фотолизом, а не конденсацией, как считалось ранее. Результат позволит уточнить оценки полных потерь воды с Марса, опирающиеся на отношение дейтерия к водороду.



Увеличение интенсивности свечения атомарного водорода на порядок (данные MAVEN) при подъеме водяного пара из нижней атмосферы (данные ACS/TGO) во время региональной пылевой бури на Марсе в начале 2019г.

Fedorova, A., Montmessin, F., Korablev, O., Lefevre, F., Trokhimovskiy, A., Bertaux, J.L. Multi-annual monitoring of the water vapor vertical distribution on Mars by SPICAM on Mars Express. *J. Geophys. Res.-Planets* 126, e2020JE006616 (2021) doi:10.1029/2020JE006616.

Chaffin, M.S., Kass, D.M., Aoki, S., Fedorova, A.A., ..., Trokhimovskiy, A., Korablev, O.I. Martian water loss to space enhanced by regional dust storms. *Nature Astronomy* 5, 1036 (2021) doi:10.1038/s41550-021-01425-w.

Alday, J., Trokhimovskiy, A., ..., Fedorova, A.A., Belyaev, D.A. Olsen, K.S., Korablev, O., ..., Patrakeev, A. Shakun, A. Isotopic fractionation of water and its photolytic products in the atmosphere of Mars. *Nature Astronomy* 5, 943 (2021) doi: 10.1038/s41550-021-01389-x.

Holmes, J.A., Lewis, S.R., Patel, M.R., ..., Fedorova, A.A., Kass, D.M., Vandaele, A.C., Enhanced water loss from the martian atmosphere during a regional-scale dust storm and implications for long-term water loss, *Earth Planet. Sci. Lett.* 571, 117109 (2021) doi:10.1016/j.epsl.2021.117109.

-Результат получен в рамках темы «Планета»

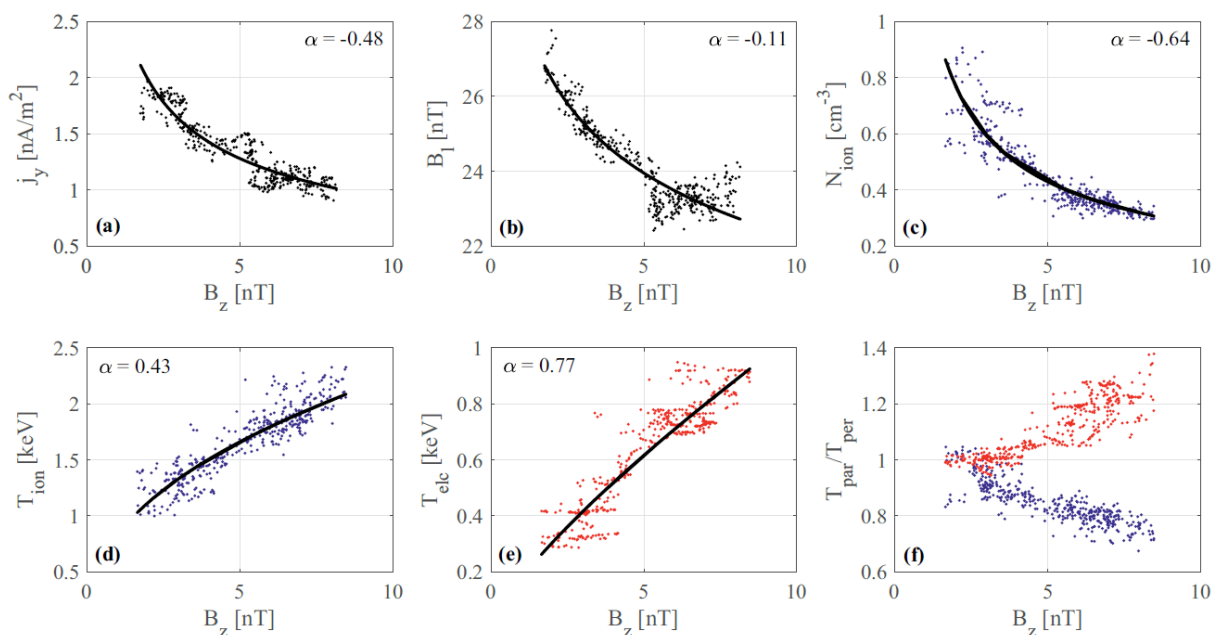
-номер научного направления ПФНИ: 1.3.7.5 Планеты и планетные системы.

Термодинамика сжатия токового слоя магнитосферного хвоста.

Юшков Е.В., Петрукович А.А., Артемьев А.В, Накамура Р.

Институт космических исследований РАН в кооперации с OAW, Austria (R.Nakamura).

В работе исследовалось вытягивание и сжатие токового слоя хвоста земной магнитосферы, как ключевого элемента суббуревой активности. На примере статистической обработки данных спутниковых миссий Cluster (2001-2009) и THEMIS (2015) было продемонстрировано явное отклонение динамики сжатия токового слоя от классического сценария. База данных включает 74 случая длительных измерений плазменных характеристик и магнитных полей вблизи нейтральной плоскости в ближнем и дальнем хвосте. На основании статистической обработки было показано, что сжатие токового слоя сопровождается наличием явного роста ионной и электронной температуры вблизи нейтральной плоскости, ростом плотности и одновременным отсутствием зависимости от магнитного поля в лобях. Таким образом, судя по всему сжатие токового слоя и рост плотности тока, определяется локальной реконфигурацией магнитосферного хвоста вблизи нейтральной плоскости, а не накоплением магнитного потока. Кроме того, было продемонстрировано, одинаковое изменение термодинамических характеристик и в ближнем, и среднем хвосте, то есть радиально однородным сжатием, а также ионная и электронная изотропизация плазмы, таким образом, что перед пересоединением плазма оказывалась практически изотропной. Полученные результаты показывают отклонение от стандартного адиабатического механизма сжатия токового слоя магнитосферного хвоста.



Сужение токового слоя перед началом суббури сопровождается: ростом плотности тока с падением B_z , ростом плотности плазмы при очень слабой вариации магнитного поля в лобях, и что наиболее важно падением ионной и электронной температуры вблизи нейтральной плоскости и изотропизацией ионов (синие маркеры) и электронов (красные маркеры)

Yushkov, E. V., Petrukovich, A. A., Artemyev, A. V., & Nakamura, R. (2021). Thermodynamics of the magnetotail current sheet thinning. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126(4), e2020JA028969. doi.org/10.1029/2020JA028969.

-результат получен в рамках темы «Плазма»

-номер научного направления ПФНИ: 1.3.4. 3 Пламенные процессы в геофизике и астрофизике.

Динамика нижнего облачного слоя Венеры

Д.А. Горинов, Л.В. Засова, И.В. Хатунцев, М.В. Пацаева, А.В. Тюрин

1.3.7.5. Планеты и планетные системы

Нижний облачный слой Венеры находится на высоте 46–50 км. Будучи более плотным, он дает существенный вклад в полную оптическую толщину облаков, влияя существенно на динамику атмосферы. Одним из эффективных методов анализа являются измерения в ближней ИК области на ночной стороне. В результате измерений скорости ветра по перемещению облачных деталей на изображениях на 1.74 мкм (VIRTIS/VEX) изучалась циркуляция нижнего облачного слоя Венеры.

Зональная циркуляция. Обнаружено замедление зонального ветра над горными массивами, наиболее ярко-выражен эффект над массивом Имд (на 4–5 м/с) (Рисунок 1). Вероятно, эффект связан с распространением орографических гравитационных волн. Параллельный геоморфологический и спектральный анализ возраста области Имд показали, что ее возраст можно оценить в 0–2.5 млн лет (при среднем возрасте поверхности Венеры 500 млн лет), что может указывать на активный вулканизм в этой области.

Меридиональная компонента. Впервые показано, что меридиональная циркуляция нижнего облачного слоя организована в виде ячеек Хэдли. Отсутствие рассеянного солнечного излучения дает возможность наблюдать различные уровни в атмосфере в одном спектральном канале благодаря изменению оптической толщины облаков с широтой и, следовательно, уровня формирования излучения. В нижнем облачном слое наблюдалась фрагментарно ячейка Хэдли (Рисунок 1). В экваториальной области облачный слой расположен приблизительно на 2 км выше, и в северных широтах (от +10° до -5°) наблюдался меридиональный поток, направленный к северному полюсу, а в южных широтах от -5° до -20° - к южному полюсу – фрагменты прямой ветви ячейки Хэдли (как в южном, так и северном полушарии). На широтах >20°ю.ш. движение атмосферных масс направлено к экватору – возвратная ветвь.

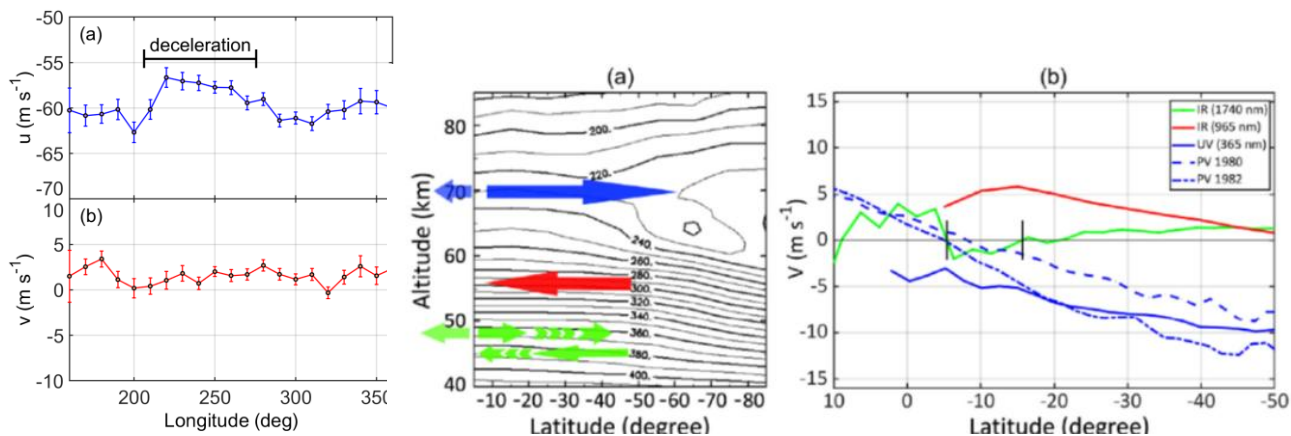


Рис. 1. Левая панель: средняя зональная (a) и меридиональная (b) компоненты горизонтальной скорости ветра в нижнем облачном слое в широтной диапозоне 40–50° ю.ш.

Правая панель: Среднее направление меридионального ветра на разных высотах (стрелки), наложенное на термическую структуру атмосферы (VEX+AKATSUKI). Синие стрелки – УФ, (PV и VMC/VEX), красная – 0.965 мкм, ИК – VMC/VEX, зеленые стрелки – 1.74 мкм ИК – VIRTIS/VEX. (б) Средние широтные профили меридионального ветра из нескольких экспериментов.

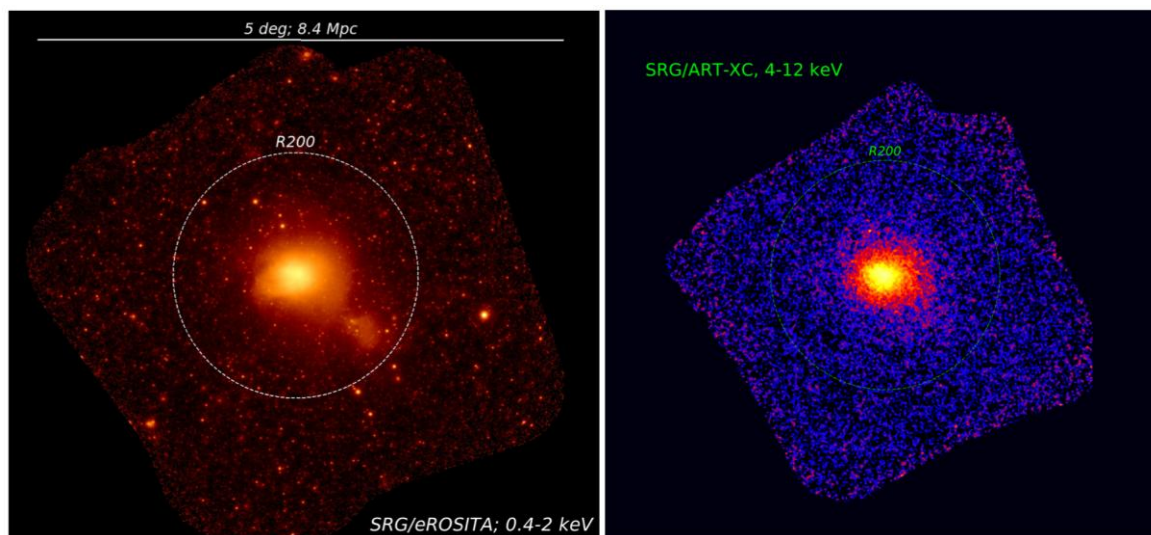
Gorinov, D.A., Zasova, L.V., Khatuntsev, I.V., Patsaeva, M.V., Turin, A.V. (2021). Winds in the Lower Cloud Level on the Nightside of Venus from VIRTIS-M (Venus Express) 1.74 μm Images. *Atmosphere*, 12, 186. <https://doi.org/10.3390/atmos12020186>

D’Incecco, P., Filiberto, J., López, I., **Gorinov, D.A.**, Komatsu, G. Idunn Mons: Evidence for Ongoing Volcano-tectonic Activity and Atmospheric Implications on Venus // *The Planetary Science Journal* – 2021 - vol. 2 - no 5 – id. 215. <https://doi.org/10.3847/PSJ/ac2258>

Первые результаты орбитальной рентгеновской обсерватории СРГ

Р.А. Сюняев (ИКИ РАН)

Начиная с декабря 2019 года телескопы eROSITA и ART-XC им. М.Н. Павлинского российской орбитальной обсерватории СРГ проводят уникальный обзор всего неба в рентгеновских лучах. В ходе наблюдений астрофизических объектов и площадок на небе, проводившихся во время перелета обсерватории в точку Лагранжа системы Солнце-Земля и во время последующих коррекций орбиты спутника, а также в ходе обзора всего неба оба телескопа продемонстрировали соответствие заявленным рекордным характеристикам. Сотрудники ИКИ РАН играют ведущую роль в калибровке телескопов eROSITA и ART-XC, обработке и интерпретации поступающих с них научных данных, отождествлении рентгеновских источников с помощью данных обзоров неба в других диапазонах длин волн и наблюдений на наземных оптических телескопах. В статьях Сюняева и др. (2021) и Павлинского и др. (2021) описаны результаты полетных калибровок телескопов eROSITA и ART-XC, режимы наблюдений обсерватории СРГ, стратегия и характеристики обзора неба, процесс получения и обработки научных данных, представлены первые научные результаты, полученные в ходе обзора. Эти работы закладывают основу для всех последующих исследований астрономов России и других стран по данным обсерватории СРГ.



Рентгеновские изображения скопления галактик Волос Вероники в диапазонах энергий 0.4-2 кэВ и 4-12 кэВ, полученные по данным телескопов eROSITA и ART-XC обсерватории СРГ.

1. “The SRG X-ray orbital observatory, its telescopes and first scientific results”

Sunyaev R. et al.

Astronomy & Astrophysics, Special issue “The Early Data Release of eROSITA and Mikhail Pavlinsky ART-XC on the SRG mission” (2021)

DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141779>

2. “The ART-XC telescope on board the SRG observatory”

Pavlinsky M. et al.

Astronomy & Astrophysics, 650, id. A42 (2021)

DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141770>

Результат получен при поддержке темы «Вселенная» госзадания

Номер научного направления ПФНИ 1.3.7 (Астрономия и исследования космического пространства)

Результаты работы прибора МГНС миссии «БепиКоломбо» на этапе перелета к Меркурию. Включение прибора МГНС в международную программу IPN (InterPlanetary Network) по локализации космических гамма-всплесков

Митрофанов И. Г.¹, Козырев А.С.¹, Лисов Д.И.¹, Литвак М. Л.¹, Малахов А. В.¹, Мокроусов М. И.¹, Benkhoff J.², Owens A.², Schulz R.², Quarati F.^{3,4}

В 2021 году космический аппарат ЕКА «БепиКоломбо» совершил пролеты у Венеры 10 августа и у Меркурия 1–2 октября. Во время этих пролетов российский прибор МГНС, установленный на борту указанного аппарата, зарегистрировал потоки собственного излучения нейтронов и гамма-лучей, которые возникают в результате взаимодействия галактических космических лучей с верхними слоями атмосферы Венеры и поверхности Меркурия (рисунок 1).

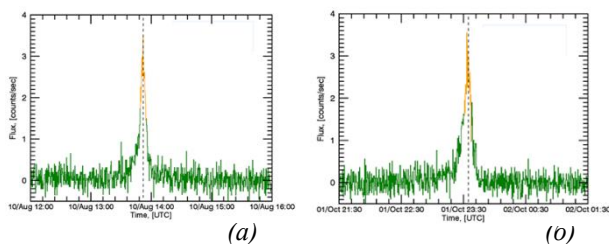


Рисунок 1. Профили потока быстрых нейтронов от Венеры (а) и от Меркурия (б) по данным измерений прибора МГНС во время пролетов космического комплекса «БепиКоломбо» в окрестности этих планет. Пунктир означает момент наибольшего сближения с планетой бортах различных космических аппаратов. Только два из них находятся на межпланетном расстоянии от Земли: это МГНС на орбите перелета к Меркурию и ХЕНД на борту марсианского спутника NASA «Марс Одиссей». Благодаря межпланетному расположению данные этих приборов позволяют выполнить локализацию источников всплесков с максимально высоким пространственным разрешением порядка нескольких минут дуги.

За короткий срок участия прибора МГНС в программе IPN было опубликовано пять циркуляров, четыре из которых представили данные по локализации космических гамма-всплесков: GRB 210927B, GRB 211019A, GRB 211022A и GRB 211120A (см. рисунок 3).

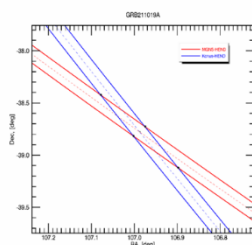


Рисунок 3. Пример локализации источника космического гамма-всплеска GRB 211019A с участием данных приборов МГНС/БепиКоломбо и ХЕНД/Марс Одиссей

Анализ полученных данных показал (см. рисунок 2) значительное отличие энергетических спектров потоков нейтронов от этих двух планет, вызванное различием состава вещества в указанных слоях.

С 21 октября 2021 года прибор МГНС стал частью международной программы IPN (InterPlanetary Network) по локализации источников космических гамма-всплесков. В этой программе в настоящее время участвуют шесть приборов на

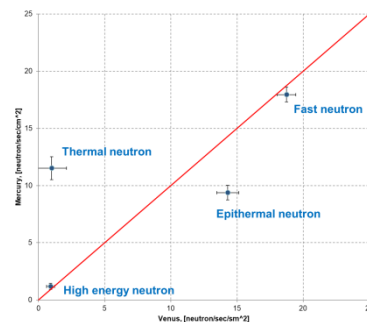


Рисунок 2. Сопоставление потоков нейтронного излучения Марса и Венеры по данным прибора МГНС во время пролетов космического комплекса «БепиКоломбо»

Результаты опубликованы в статье:

Mitrofanov, I.G., Kozyrev, A.S., et al. The Mercury Gamma-Ray and Neutron Spectrometer (MGNS) Onboard the Mercury Planetary Orbiter of the BepiColombo Mission: Design Updates and First Measurements in Space, Space Science Reviews, Volume 217, issue 8, December 2021.

Выпущенные циркуляры:

<https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/30949.gcn3> - BepiColombo MGNS joins the IPN

<https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/30956.gcn3> - IPN Triangulation of GRB 210927B

<https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/30993.gcn3> - IPN Triangulation of GRB 211019A

<https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/31024.gcn3> - IPN triangulation of GRB 211022A

<https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/31129.gcn3> - IPN triangulation of GRB 211120

1.3 Физические науки, разделы 1.3.3.3-1.3.3.7, 1.3.7.5 Тема ОСВОЕНИЕ, № 0028-2019-0003, пер. № AAAA-A18-118012290370-6

¹Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

²European Space Agency, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands

³LumMat/RST/AP, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

⁴Gonitec BV, Den Haag, The Netherlands

Газ свободных электронов и равновесие электрон-позитронных пар в магнитном поле

Авторы: Бисноватый-Коган Г.С.^{1,2,3}, Кондратьев И.А.^{1,4}

¹Институт космических исследований РАН

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

³Московский Физико-Технический Институт (Государственный Университет)

⁴Национальный исследовательский университет «Высшая Школа Экономики»

Журнал: Успехи Физических Наук, вып.5, **191** 543–557 (2021) (тема «Звезды»)

Номер научного направления ПФНИ: 1.3.4.3, 1.3.7.3

Аннотация: Термодинамические свойства электронного газа в экстремальных условиях высоких температуры, плотности материи и/или сильных магнитных полей во многом определяют поведение вещества во внешних слоях нейтронных звезд, а также в аккреционных колонках замагниченных нейтронных звезд в двойных системах. В перечисленных объектах при наличии сильного магнитного поля важной чертой является существенно квантовый характер движения электронов поперек него, а также возможные вырождение и релятивизм электронного газа. При исследовании аккреции на магнитар в двойной системе необходимо также учитывать рождение большого количества электрон-позитронных пар в квантующем магнитном поле. В настоящей работе детально рассмотрены термодинамические свойства газа невзаимодействующих электронов в сильных магнитных полях с учетом их релятивизма и вырождения, а также рассмотрено равновесное рождение электрон-позитронных пар в высокотемпературной плазме при наличии квантующего магнитного поля. На рисунке представлены осцилляции давления сильно вырожденного электронного газа в квантующем магнитном поле.

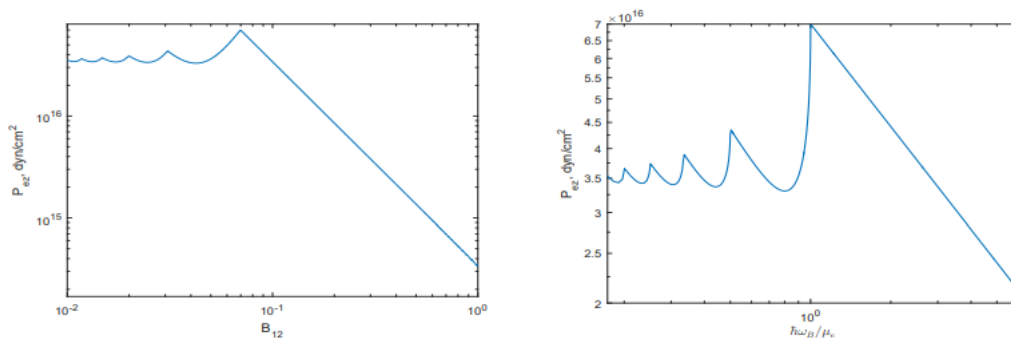


Рис.1: Давление вырожденного электронного газа при $n_e = 8 \cdot 10^{25} \text{ cm}^{-3}$ как функция магнитного поля (слева – в единицах 10^{12} Гс , справа – как функция отношения разницы между энергиями соседних уровней Ландау к химическому потенциалу).

Методика комплексного анализа спутниковых и метеорологических данных для оценки загрязнения морской поверхности в результате аварийных разливов нефти
Костяной А. Г. (ИО РАН им. П.П. Ширшова), Лаврова О. Ю., Лупян Е. А. (ИКИ РАН)

Многолетний опыт работ ИКИ РАН и ИО РАН позволил, на основе анализа нескольких десятков тысяч спутниковых радиолокационных изображений, реализовать методику визуального анализа, с большой достоверностью выявляющую области нефтяных загрязнений морской поверхности. Пример применения совместного анализа радиолокационных и оптических спутниковых изображений, а также метеорологических данных для оценки загрязнения акватории северо-восточной части Чёрного моря, где 7 августа 2021 г. произошёл выброс нефти при заправке танкера *Minerva Symphony* на морском терминале ВПУ-1 АО «Каспийский трубопроводный консорциум» (АО «КТК-Р»), приведен на рисунке 1.

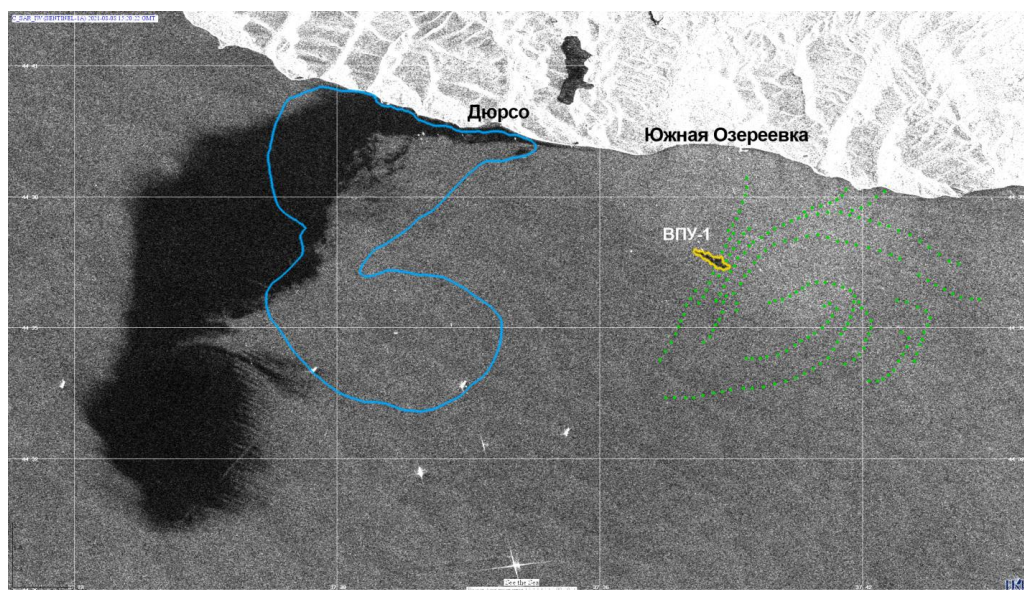


Рис.1. Смещение нефтяного пятна и циклонического вихря с 7 по 8 августа 2021 г. по серии радиолокационных (РЛИ) и оптических спутниковых изображений: желтый контур – нефтяное пятно в районе аварии, выявленное на РЛИ от 7 августа в 15:27 UTC (площадь не менее 0,21 км²); зеленые точки – контур циклонического вихря, выявленного на РЛИ от 7 августа в 03:33 UTC; голубой контур – проявление циклонического вихря на изображении MODIS Aqua от 8 августа в 10:25 UTC. Контуры наложены на РЛИ от 8 августа в 15:20 UTC (площадь нефтяного пятна 83 км²)

Реализованная методика закладывает технологическую основу для создания остро необходимой системы постоянно действующего комплексного спутникового мониторинга нефтяных загрязнений акватории северо-восточной части Черного моря, особенно прибрежной акватории между Анапой и Геленджиком, являющейся зоной повышенного экологического риска.

1. Костяной А. Г., Лаврова О. Ю., Лупян Е. А. Нефтяной разлив на морском терминале Каспийского трубопроводного консорциума под Новороссийском 7 августа 2021 г.: первые результаты спутниковых наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 304–310. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-304-310.
2. Костяной А. Г., Лаврова О. Ю., Лупян Е. А. Нефтяной разлив на морском терминале Каспийского трубопроводного консорциума под Новороссийском 7 августа 2021 г.: комплексный анализ спутниковых и метеорологических данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 5. С. 28–43. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-5-28-43.

Направление науки: 1.5. Науки о Земле. 1.5.8.

Создание методов оперативной оценки состояния озимых сельскохозяйственных культур на основе данных спутниковых наблюдений

Основной задачей созданных методов является проведение оперативной оценки состояния посевов озимых сельскохозяйственных культур на территории Российской Федерации на основе данных спутниковых наблюдений, метеорологической и статистической информации. Актуальность задачи определяется, с одной стороны, необходимостью заблаговременного получения объективной информации о посевах для принятия обоснованных управленческих решений в сфере агропромышленного комплекса (АПК) различными организациями и ведомствами, с другой – возможностью получения соответствующих сведений благодаря накопленному в Центре коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» уникальных многолетних архивов данных спутниковых дистанционных наблюдений дистанционного зондирования, метеорологических и статистических данных по территории России и сопредельных государств. Основой разработанных методов являются созданные в ИКИ РАН технологии регулярного, вплоть до ежедневного, построения безоблачных композитов и формирования на основе многолетних наблюдений региональных временных портретов (норм развития) сельскохозяйственных культур.

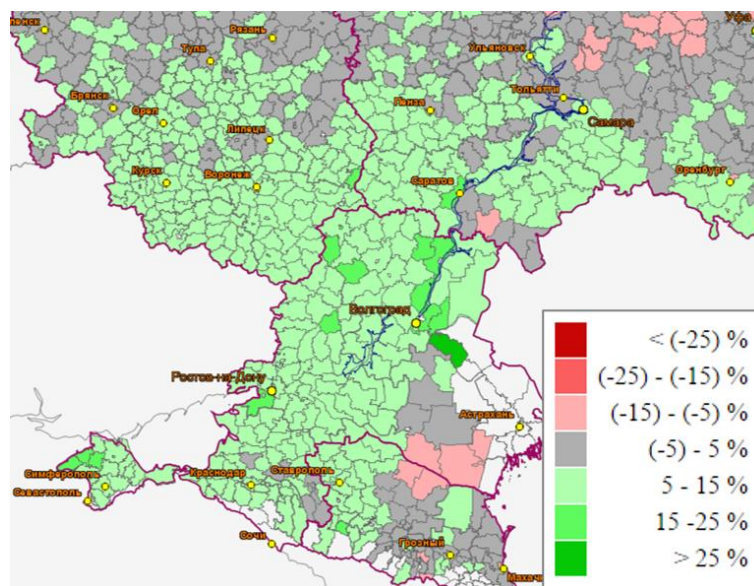


Рис. 1 Пример карты. Разница максимальных значений NDVI озимых, достигнутых к 26 неделе 2021 г. (28 июня-4 июля), и среднеемноголетних максимумов (характеристика хорошо коррелирует с урожайностью)

Разработанные методы уже сегодня достаточно эффективно используются в различных информационных системах для получения оперативных данных и оценок развития и гибели озимых культур.

Исследования выполнены в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 01.20.0.2.00164).

1. Денисов П.В., Серeda И.И., Трошко К.А., Луян Е.А., Плотников Д.Е., Толпин В.А. Возможности и опыт оперативного дистанционного мониторинга состояния озимых культур на территории России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 171-185. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-171-185.

Направление науки: 1.5. Науки о Земле. 1.5.10.

Наиболее значимые результаты работ по теме «Вектор», полученные в 2021 году.

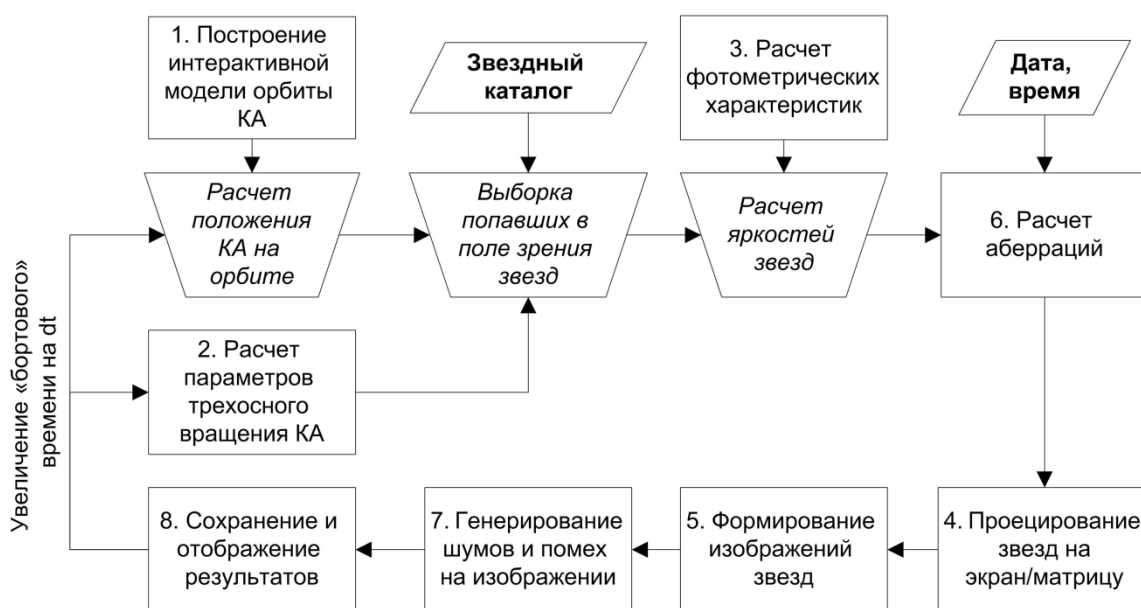
2.3.1.1. Общая механика, навигационные системы, динамика космических тел, транспортных средств и управляемых аппаратов, механика живых систем.

Аванесов Г.А., Шамис В.А., Эльяшев Я.Д.

Завершена разработка программно-математического обеспечения для генерации изображений звездного неба для отработки звездных датчиков ориентации в наземных условиях.

На этапе наземной отработки звездных датчиков ориентации всегда возникает необходимость выполнять оценку работы приборов в условиях наблюдения звезд небесной сферы. Использование для этой цели реального небосвода в лабораторных или производственных условиях крайне затруднительно. Задача отображения звезд в современных условиях возлагается на современные плоские цифровые экраны, обеспечивающие строго одинаковые линейные расстояния между пикселями. Оптическая система проецирует изображение звезд на фотоприемное устройств звездного прибора.

Моделирующие изображения звезд программы получили названия SkyViewer и FrameMaker. Обеим программам доступен набор из 12 звездных каталогов. Основные принципы работы обеих программ заключаются в следующем. Для каждого заданного момента времени генерируются координаты КА на орбите и положение его системы координат по отношению к звездам небесной сферы, а также координаты на ней визирной оси звездного датчика ориентации. По координатам визирной оси определяется центр наблюдаемой звездным датчиком в данный момент площадки на небе. Угловые размеры площадки определяются полем зрения прибора. Таким образом, создается адресная система для выборки групп звезд из каталога Hipparcos. Обобщенная схема работы обеих программ приведена на рисунке.



Программный комплекс введен в эксплуатацию на стендовом оборудовании ИКИ РАН и используется для отработки летных образцов звездных датчиков ориентации, поставляемых предприятиям космической промышленности.

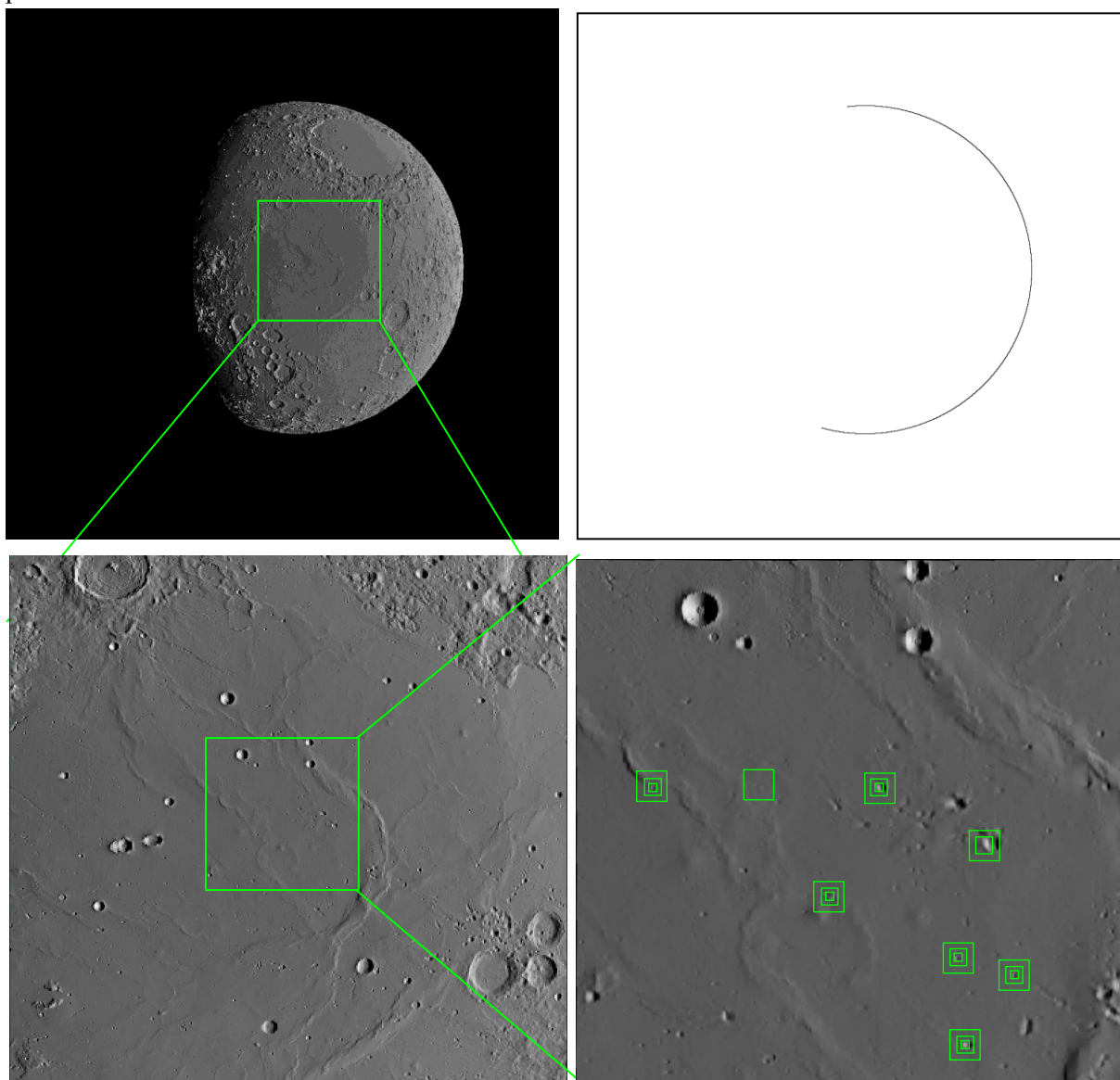
Аванесов Г.А., Шамис В.А., Эльяшев Я.Д. Моделирование изображений звездного неба в задачах наземной отработки датчиков ориентации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 82-94.
<http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=2345>

1.1.3.7. Моделирование в задачах создания промышленных производств, аэрокосмической техники, машиностроения, разведки, добычи и транспортировки углеводородного сырья, атомной энергетики, робототехники и вычислительной техники

Аванесов Г.А., Жуков Б.С., Сметанин П.С.

Завершена разработка стенда для отработки технологии
припланетной навигации

В соответствии с заложенными в разрабатываемую ИКИ РАН оптико-электронную навигационную систему принципами, создан стенд, задача которого состоит, в том, чтобы по возможности точно воспроизвести условия наблюдения звезд, Луны и Земли с борта КА на околопланетных орбитах и на орбите перелета от одной планеты к другой, исходя из того, что все происходящие в это время события разворачиваются во времени. Для этого стенд должен синхронно во времени генерировать изображения звезд небесной сферы, а также изображения Земли и Луны так, чтобы приборы навигационной системы в каждый момент времени могли «видеть» их так, как это будет происходить на борту КА в реальном полете.



На рисунке показаны сгенерированные стендом изображения Луны, выделенного по нему горизонта, мелким и крупным планом изображения контрольных точек на ее поверхности

Аванесов Г.А., Жуков Б.С., Сметанин П.С. Стенд для отработки технологии автономной припланетной навигации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 3. С. 108-117. <http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=2376>

Расширение районов посадки на поверхность Венеры за счет гравитационного манёвра

В настоящее время ведутся проектные исследования по миссии Венера-Д, в которой планируется посадка аппарата в заданный район на поверхности планеты и выведение модуля на орбиту спутника с планируемой датой старта в 2029 году. Серьезной проблемой проекта является обеспечение посадки аппарата в заданный район Венеры. В случае применения известных к настоящему времени технологий и технических ограничений достижимы не более 10 процентов поверхности. Как результат проведенных исследований и разработок впервые предложен метод реализуемых технологий, который позволяет осуществлять посадку практически в любой точке поверхности Венеры за счет применения гравитационного манёвра вблизи планеты. При этом не требуется увеличения расхода топлива и усложнения требований составу служебных систем аппарата. Предложенный метод принят в качестве базового для его дальнейшей разработки организацией НПО имени Лавочкина и не имеет аналогов и прецедентов.

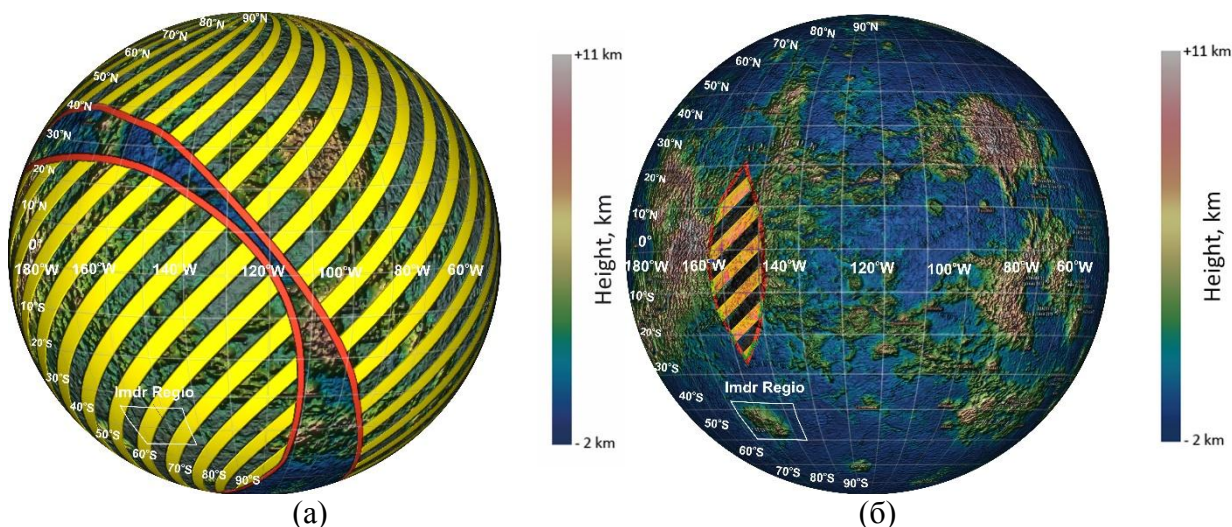


Рисунок – 1. Сравнение используемых подходов для достижения района Imdr Regio, где расположена интересная для исследований гора Идунн Монс (заштрихованы недоступные районы): (а) – стандартный подход; (б) – используя гравитационный маневр у Венеры.

Список публикаций:

1. Н. А. Эйсмонт, Р. Р. Назиров, К. С. Федяев, Зубко В.А., Беляев А.А. [и др.] Резонансные орбиты в задаче расширения достижимых областей посадки на поверхности Венеры / Н. А. Эйсмонт, Р. Р. Назиров, К. С. Федяев [и др.] // Письма в Астрономический журнал. – 2021. – Т. 47. – № 5. – С. 352-367. – DOI 10.31857/S0320010821050041. *Переводная версия: (2021). Resonant Orbits in the Problem of Expanding the Reachable Landing Areas on the Surface of Venus. Astronomy Letters, 47(5), 316-330. DOI: 10.1134/S1063773721050042*
2. Eismont, N. A., Zubko, V. A., Belyaev, A. A., Zasova, L. V., Gorinov D.A., Simonov, A. V., Nazirov, R. R., & Fedyaev, K. S. (2021). Gravity assists maneuver in the problem of extension accessible landing areas on the Venus surface. Open Astronomy, 30, doi: <https://doi.org/10.1515/astro-2021-0013>