

40-я Ассамблея КОСПАР в Москве

С.П. ПЕРОВ,
доктор физико-математических наук

2–10 августа 2014 г. в МГУ им. М.В. Ломоносова прошла крупнейшая международная научная конференция – 40-я Ассамблея КОСПАР. В ней приняли участие 2274 делегата из 74 стран, было представлено более 2 тыс. устных докладов по различным аспектам космической деятельности человечества, проведено 7 междисциплинарных лекций. Состоялись две



публичные лекции – ректора МГУ академика В.А. Садовниченко и Президента РАН академика В.Е. Фортова. Работа Ассамблеи сопровождалась проведением пресс-конференций. Ее участникам были предоставлены просторные и удобные аудитории и помещения новых корпусов – Ломоносовского и Шуваловского, Фундаментальной библиотеки университета.

ИСТОРИЯ, ЗАДАЧИ,
СТРУКТУРА

Комитет по исследованию космического пространства (КОСПАР/COSPAR – Committee on Space Research) был создан в 1958 г. по инициативе и в структуре Международного совета научных союзов (International Council of Scientific Unions, позже переименованный в Международный совет по нау-

ке, International Council for Science с прежней аббревиатурой ICSU). Сегодня КОСПАР – одна из наиболее авторитетных международных неправительственных космических организаций (официальный сайт КОСПАР: <https://cosparhq.cnes.fr/>).

Основная задача Комитета – содействие мирному прогрессу в международном масштабе во всех областях на-

учных исследований, связанных с использованием космических аппаратов, ракет и зондов. Своих целей КОСПАР достигает, организуя научные ассамблеи, публикуя научные результаты и другими способами. В КОСПАР входят национальные научные организации 43 стран и 13 международных союзов.

Ассамблеи КОСПАР прошли в 21 стране и

35 городах мира, чаще всего в США (1962, 1971, 1976, 1992, 2002), Великобритании (1958, 1967, 1996), Франции (1960, 1986, 2004), Австрии (1966, 1978, 1984) и Германии (1973, 1994, 2010). Предыдущая Ассамблея состоялась в Индии (2012), следующую планируется провести в Турции в 2016 г. По сравнению с Ассамблеями 1960–1970-х гг. нынешние, в том числе в Москве, становятся многочисленнее, по охвату направлений и проблем – более широкими и емкими, по результатам анализа экспериментальных и теоретических данных – более глубокими и перспективными с практической точки зрения.

Академия наук СССР – член КОСПАР со времени его основания. Первым представителем СССР в КОСПАР стал академик А.А. Благоднов, с 1959 г. по 1971 г. – вице-президент КОСПАР. Вице-президентами КОСПАР избирались также академики Р.З. Сагдеев (1975–1981) и Р.А. Сюняев (1988–1994). Членом бюро КОСПАР до 2 августа 2014 г. был вице-президент РАН академик Л.М. Зелёный, с 15 июня 2014 г. Россию в КОСПАР представляет директор НИИЯФ МГУ



доктор физико-математических наук М.И. Панасюк.

Научную структуру КОСПАР образуют 8 научных комиссий (Scientific Commissions), заменивших рабочие группы, и 11 экспертных групп (Panels). Научная ассамблея КОСПАР – наиболее крупная научная конференция, которую организует комитет. Первая Ассамблея состоялась в 1960 г. в Ницце, и до 1980 г. они проходили ежегодно, потом – каждый четный год. В 1970 г. 13-я Научная Ассамблея КОСПАР прошла в Ленинграде, на ней с докладом выступил американский астронавт Нейл Армстронг, первый человек, ступивший на поверхность Луны.

ПЕРВЫЕ ДВА ДНЯ
ЗАСЕДАНИЙ, ОТКРЫТИЕ
АССАМБЛЕИ

Главным событием первого дня ассамблеи был День Международ-

ной академии астронавтики – конференция, на которой были представлены доклады о крупных научных космических проектах. Председателями конференции были вице-президент РАН, директор Института космических исследований РАН академик Л.М. Зелёный и представитель Международной академии астронавтики Г. Вэйн (Лаборатория реактивного движения, NASA). Л.М. Зелёный рассказал о научной части российской космической программы, заместитель директора Института медико-биологических проблем РАН О.И. Орлов – об исследованиях в сфере космической биологии.

Европейские ученые представили результаты исследований кометы Чурюмова – Герасименко с помощью АМС “Розетта” (ESA). Забегая вперед, отметим, что в середине рабочей недели



КОСПАР была проведена пресс-конференция с онлайн-трансляцией работы сотрудников и ученых Центра управления полетом “Розетты” и передачей изображений ядра кометы Чурюмова – Герасименко. Эта комета, открытая в октябре 1969 г. советским ученым К.И. Чурюмовым по фотоснимкам С.И. Герасименко, была выбрана потому, что почти 5 млрд лет она в исходном состоянии путешествовала в межзвездном пространстве (Земля и Вселенная, 2013, № 1). Такие тела астрофизики называют капсулами времени.

Участники ассамблеи аплодисментами встретили сообщение о сближении АМС “Розетта” с

ядром кометы. Скорость аппарата сравнялась со скоростью ядра кометы, и он словно завис над ней на расстоянии в 100 км. Теперь “Розетте”, стартовавшей в марте 2004 г., предстоит изучить поверхность ядра кометы, измерить ее температуру и получить информацию о химическом составе (см. статью С.А. Герасютина в этом номере).

Профессор **М. Кузнецова** (Центр космических полетов им. Годдарда, NASA) представила доклад о количественном моделировании космической погоды, доктор физико-математических наук **И.Г. Митрофанов** (ИКИ РАН) – “Следуя за водой по Солнечной си-

Открытие 40-й Ассамблеи КОСПАР в МГУ им. М.В. Ломоносова.

стеме – Марс, Европа, Луна, Меркурий и дальше”, **К. Макконе** (Национальный институт астрофизики, Италия) сделал обзор представленных докладов на секции “Поиски разумной жизни во Вселенной”. Во второй день Ассамблеи начали работать научные секции, состоялись две лекции и первая пресс-конференция «Внешняя гелиосфера и результаты межпланетных станций “Вояджер”».

В середине дня 4 августа были прочитаны

две публичные лекции. Ректор МГУ академик **В.А. Садовничий** посвятил свое выступление университетским космическим проектам. Затем президент РАН академик **В.Е. Фортов** рассказал об исследованиях экстремальных состояний материи на Земле и в космосе.

Официальная церемония открытия Ассамблеи прошла вечером 4 августа в актовом зале МГУ. Были названы лауреаты наград, премий и медалей КОСПАР. В частности, награды за космические исследования КОСПАР получили: **Дэвид Дж. МакКомас** (Юго-западный научно-исследовательский институт, США) и **Жан-Лу Пуже** (Институт астрофизики, Франция). Медаль КОСПАР им. Вильгельма Нордберга присуждена академику **М.Я. Марову** (ГЕОХИ, Отдел планетных исследований) за выдающийся вклад в практическое применение космических исследований в области интересов КОСПАР. Золотая медаль КОСПАР им. Гарри Мэсси присуждена члену-корреспонденту РАН **Е.М. Чуразову** (Институт астрофизики Общества им. М. Планка, Германия и ИКИ РАН) за выдающийся вклад в развитие космических исследований, где особо значима роль лидера. Золотая медаль им. Я.Б. Зельдовича (совместная премия

КОСПАР и РАН для молодых ученых) была присуждена **А.В. Артемьеву** (ИКИ РАН) за выдающиеся научные работы, открытия и изобретения.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЛЕКЦИИ И КРУГЛЫЙ СТОЛ

На Ассамблее были организованы ежедневные лекции по самым актуальным проблемам космических экспериментов и наблюдений. Академик **М.Я. Маров** прочитал лекцию о Челябинском метеорите (Земля и Вселенная, 2014, № 5). Изучение метеоритов дает нам единственную возможность проникнуть в фундаментальные космохимические и физические основы происхождения Солнечной системы, предоставляет уникальную информацию, позволяющую реконструировать процессы ее ранней тепловой и динамической эволюции. Кроме того, падение этого метеорита принесло новые важные свидетельства того, что Земля уязвима с точки зрения возможности столкновений с астероидами и кометами, и показало необходимость ускорить разработку программ по защите нашей планеты от космической угрозы. Профессор **Э. Стоун** (Калифорнийский технологический институт, США), научный руководитель программы “Вояджер”, и участники дискуссии

в увлекательной форме обсудили результаты уникальных экспериментов, выполненных АМС “Вояджер-1 и -2” в ходе 37-летнего космического путешествия. Преодолев около 18 млрд км, “Вояджер-1” вышел за пределы гелиосферы 25 августа 2012 г. и начал передавать первые результаты наблюдений межзвездной среды (см. статью С.А. Герасютина в этом номере). Были также проанализированы данные, полученные приборами “Вояджеров”, и новые аспекты взаимодействия Солнца и среды в ближнем районе Млечного Пути. Теме изучения распределения энергичных нейтральных атомов на границах Солнечной системы была также посвящена пресс-конференция, на которой выступали и отвечали на вопросы доктора **Э. Стоун**, **Д. МакКомас** (научный руководитель проекта “IBEX”, Юго-западный научно-исследовательский институт, США) и профессор кафедры аэромеханики и газовой динамики мехмата МГУ **В.Б. Баранов**. В.Б. Баранов одним из первых теоретически разработал модель взаимодействия солнечного ветра и межзвездной среды (гелиосферный интерфейс), ее описание он опубликовал в 1970 г. Интересно, что АМС “Вояджер-1 и -2” сейчас передают информацию о переходных об-

Президент КОСПАР, председатель Оргкомитета 40-й Ассамблеи КОСПАР в Москве Дж.Ф. Биньями, ректор МГУ академик В.А. Садовничий и директор НИИЯФ МГУ М.И. Панасюк среди участников конференции.



ластях между солнечной и межзвездной плазмой. В декабре 2004 г. “Вояджер-1” пересек гелиосферную ударную волну на расстоянии 94 а.е., “Вояджер-2” – 30 августа 2007 г. на расстоянии 84,7 а.е.

Профессора **Дж. Мичела** (Астрономическая обсерватория им. Дж.С. Ваиана Национального института астрофизики, Италия), **Дж. Биньями** (КОСПАР), **Дж. Джента** (Туринский политехнический университет, Италия) и **Р. Рагацони** (Астрономическая обсерватория Падуи Национального института астрофизики, Италия) выступили на круглом столе с популярной темой “Исследования эк-

зопланет и будущее космических двигателей. Наука или фантастика?”. Организаторы круглого стола – доктор С. Мериалли (Финский метеорологический институт) и академик Л.М. Зелёный. Поиск экзопланет астрофизическими методами – сегодня одна из самых бурно развивающихся областей науки. За последние 20 лет было обнаружено более тысячи экзопланет и еще больше кандида-

тов в экзопланеты (Земля и Вселенная, 2012, № 6; 2014, № 5). Сейчас начаты многие проекты по дистанционному изучению планет у других звезд в надежде, пусть слегка фантастической, на то, что когда-нибудь будут возможны и контактные исследования, по крайней мере с помощью роботов. Известно, что строение Солнечной системы – это не общая закономерность, потому что, по-видимому,

Доктор физико-математических наук В.В. Баранов (МГУ) и профессора Э. Стоун (Калифорнийский технологический институт, США), Д. МакКомас (Юго-западный научно-исследовательский институт, США) на пресс-конференции, посвященной результатам исследований АМС “Вояджер”.



существует множество “экзотических” планетных систем. Например, открыты экзопланеты с очень большим эксцентриситетом орбиты, на которых происходит резкая смена теплового режима по мере движения по орбите; “горячие юпитеры”; планеты массой 3–10 масс Земли – “сверхземли”; планеты, обращающиеся в двойных системах; планеты-океаны... Основные задачи сегодня – анализ атмосфер, химического состава, динамики, климата и условий обитаемости. Наиболее важные цели для исследователей на ближайшее будущее – определить, что означает выражение “условия, пригодные для жизни”, и обнаружить биомаркеры.

Академик **Н.С. Кардашёв** (АКЦ ФИАН) выступил с лекцией «Космические обсерватории “Радиоастрон” и “Миллиметрон”: итоги и перспективы». Российская академия наук и Федеральное космическое агентство совместно с несколькими международными организациями создали космическую обсерваторию “Радиоастрон” (КА “Спектр-Р”). Она стартовала 18 июля 2011 г. (Земля и Вселенная, 2011, № 6, с. 17–18). В 2012–2015 гг. параметры орбиты аппарата варьировались: перигей – 1,5–80 тыс. км, апогей – 280–353 тыс. км, период обращения – 8,3–9,0 сут.

После успешной корреляции сигнала с наземными радиотелескопами общая база интерферометра составила до 27 диаметров Земли (около 350 тыс. км). Совместно с наземными радиотелескопами и двумя станциями слежения и сбора данных “Радиоастрон” образует наземно-космический телескоп-интерферометр со сверхдлинной базой, который позволил впервые наблюдать различные объекты Вселенной с угловым разрешением в миллион раз выше, чем у человеческого глаза. Задача проекта – систематическое изучение компактных космических радиисточников и их динамики. Объекты изучения “Радиоастрона”: квазары (сверхмассивные черные дыры и релятивистские струи в активных ядрах галактик), пульсары (нейтронные звезды и гипотетические кварковые звезды), космические мазеры, области звездообразования и протопланетные диски в нашей и других галактиках, межпланетная и межзвездная плазма, гравитационное поле Земли. До середины 2014 г. “Радиоастрон” исследовал сотни небесных объектов (Земля и Вселенная, 2012, № 6, с. 66).

Следующий российский проект – “Миллиметрон”. Это обсерватория миллиметрового и инфракрасного диапазонов

с охлаждаемым телескопом диаметром 10 м. В программу исследований вошли некоторые ключевые проблемы астрофизики: формирование и эволюция звезд и планет, галактик, квазаров и других объектов. “Миллиметрон” будет оснащен криогенными инструментами и антенной с пассивной (радиаторы) и активной (механическая) системами охлаждения. Благодаря такой комбинации температура 10-м зеркала может достичь приблизительно 4,5 К. Телескоп будет иметь беспрецедентную чувствительность в диапазоне 0,02–1,4 мм и чрезвычайно высокое пространственное разрешение в режиме наземно-космического интерферометра в диапазоне 0,3–16 мм при максимальной длине базы в пять раз больше, чем у “Радиоастрона”. Новую обсерваторию предполагается вывести на гало-орбиту вокруг точки Лагранжа L2 в системе Земля – Солнце, на расстоянии 1,5 млн км от Земли. В ходе осуществления проекта “Миллиметрон” планируется исследовать:

- физические процессы вблизи горизонта событий черных дыр;
- ударные волны – ускоритель космических лучей, расширяющийся с высокой скоростью после взрыва сверхновой;
- эволюцию сверхмассивных черных дыр;

– космологические параметры;

– темную материю и темную энергию;

– наиболее мощные взрывы во Вселенной и их излучение;

– ранние объекты во Вселенной, первые звезды и галактики, первичные черные дыры и “кратовые норы”;

а также

– проверить гипотезу Мультиверса;

– провести поиск самых холодных объектов – транснептуновых объектов и пояса Койпера на границе Солнечной системы, коричневых карликов в нашей и других галактиках;

– провести поиск внеземных цивилизаций.

Проблема влияния космической погоды на технику, которая с каждым годом становится все более важной, обсуждалась сотрудниками корпорации “Локхид Мартин” (США) в дискуссии «“Дорожная карта” изучения космической погоды для защиты технологической инфраструктуры». С ростом технологических возможностей общество все более глубоко постигает, как развивается Вселенная в целом, руководствуясь достижениями космических исследований. Одновременно растет наша зависимость от технологий, и поэтому мы все лучше понимаем, какие опасности представляют для нас явления, происхо-

дящие в космосе вблизи нашей планеты. В лекции речь шла о магнитных взрывах на Солнце и их отголосках в магнитном поле Земли, которые в экстремальных случаях могут поставить под угрозу работу электрических сетей. Мощные космические бури снижают надежность спутниковых навигационных систем и вызывают перебои радиосвязи. Высокоэнергетичные частицы приводят к неполадкам и даже авариям спутниковой связи, играющей важную роль в информационном обмене глобального масштаба. Не до конца ясный механизм солнечно-земных связей, разрозненность данных спутников дистанционного зондирования и сложность создания программ ЭВМ требуют спланированного и скоординированного подхода к составлению “карты” угроз из космоса, способов и возможностей для улучшения наблюдательных возможностей, научного понимания и прогнозирования.

Лекцию “Эксперименты по физике жидкости на борту Международной космической станции: взгляд ученого” прочитала профессор **В. Шевцова** (Исследовательский центр микрогравитации Университета Брюсселя, Бельгия). В условиях невесомости в поведении жидкости доминируют капиллярные,

электростатические и электромагнитные силы, диффузия, вибрации. Эксперименты в космосе представляют собой мощный инструмент для исследований в этой области. Несколько научных лабораторий участвуют в экспериментах с жидкостями на МКС. Программа включает изучение капиллярных потоков, диффузии, динамики сложных составов (пен, эмульсий, гранулированного вещества), процессов теплообмена с фазовым переходом, физики и физической химии вблизи или за критической точкой, а также физики горения, что важно для обеспечения безопасности МКС.

Междисциплинарная лекция “Мониторинг углеродного цикла из космоса” **Франсуа-Мари Бреона** (Лаборатория исследований климата и окружающей среды, Франция) была посвящена различным аспектам поведения в атмосфере углекислого газа и метана. Оба газа попадают в атмосферу в результате человеческой деятельности, их концентрацию регулируют также природные процессы. Сегодня примерно половину антропогенных выбросов CO₂ поглощают океан и растительность, но процессы, которые контролируют этот сток, все еще плохо изучены. Следовательно, необходим мониторинг источников и



стоков углерода, а также параметров, связанных с ними. Несмотря на то, что продолжительный рост концентрации атмосферного углерода связывают с антропогенными выбросами, годовым циклом управляет растительный фотосинтез. Ежегодная выработка фотосинтеза, как правило, в десять раз больше, чем выбросы от сжигания добываемого топлива. Мониторинг динамики растительности из космоса ведется около 30 лет, последние достижения дают возможность оценить дополнительные параметры, такие как общая биомасса раститель-

ности или высота деревьев. Повышение точности измерений позволяют определить влияние метеорологических явлений на растительность. Измерение концентрации углекислого газа и метана может быть использовано для оценки поверхностных потоков при наблюдениях из космоса. С этой целью применяется, например, спектрометр SCIAMACHY (европейский ИСЗ "Envisat", 2002 г.). Измерять концентрацию парниковых газов в атмосфере будет американский научный спутник "OCO-2", запущенный 2 июля 2014 г.

Ученые знакомятся со стендовыми докладами во время конференции.

(Земля и Вселенная, 2014, № 6, с. 87).

Научный руководитель высокочастотного приемника HFI, установленного на борту космической обсерватории "Планк" (ESA), профессор **Жан-Лу Пуже** (Институт космической астрофизики, Франция) выступил с лекцией «Результаты миссии "Планк"» и ответил на вопросы в зале Фундаментальной

библиотеки. Он сообщил, что обсерватория "Планк" закончила сбор данных (Земля и Вселенная, 2014, № 1). В марте 2013 г. международный научный коллектив этого исключительно важного в современной космологии проекта опубликовал данные по температуре реликтового излучения, полученные обсерваторией "Планк", и планирует выпустить полный каталог, включающий крайне важную информацию по поляризации всего неба в микроволновом диапазоне. Опубликованные данные, представленные в лекции, содержат измерения космологических параметров с беспрецедентной точностью. Обсуждались обнаруженные при наблюдениях аномалии в сравнении с наиболее подходящей космологической моделью.

Заключительную междисциплинарную лекцию «Результаты работы марсохода "Кьюриосити"» прочитал профессор **Сушил К. Атрейя** (Университет Мичигана, США). Он изложил результаты исследований "Кьюриосити", которые доказывают, что в прошлом в кратере Гейл были все необходимые условия для поддержания микробной жизни. Напомним, что с помощью приборов марсохода был определен возраст горных пород, обнаружены следы органических ве-

ществ, измерены атмосферные изотопы газов и метана, радиационный фон во время перелета к Марсу и на его поверхности. Марсоход впервые обнаружил свидетельства того, что в прошлом на поверхности Марса существовала нейтральная или слабощелочная водная среда, и следы больших потоков воды, озер и систем грунтовых вод с нейтральным рН-фактором и низкой соленостью, которые, возможно, сохранялись в течение миллионов лет.

МОЛОДЕЖНАЯ ПРОГРАММА

Более 100 студентов и аспирантов российских вузов и 50 учителей средних школ приняли участие в 40-й Ассамблее КОСПАР по образовательной программе. Ее цель – познакомить с самыми свежими достижениями космической науки тех, кто воспитывает следующие поколения ученых и инженеров. Программа включала лекции и семинары, которые провели российские и зарубежные ученые, а также экскурсии в космические организации Москвы и Подмосковья.

Специально организованная молодежная научная школа-конференция включала следующие секции:

– исследования системы Земля – Луна, планет

и малых тел Солнечной системы (5 докладов);

– космическая плазма в Солнечной системе и магнитосферах планет (7);

– астрофизические исследования (12);

– науки о жизни: космические аспекты (4);

– фундаментальная физика в космосе (8);

– технические вопросы и эксперименты в космосе (24).

Большая часть докладов по техническим вопросам (из последней секции) была посвящена актуальным вопросам разработки и эксплуатации нано- и микроспутников.

ИТОГИ АССАМБЛЕИ

Всего было проведено 312 утренних и вечерних заседаний: космические исследования приземного слоя, метеорологии и климата (24 заседания, 4 темы); космические исследования системы Земля – Луна, планет и малых тел Солнечной системы (29; 9); космические исследования верхних атмосфер Земли и планет, а также проблема стандартных атмосфер (59; 17); космическая плазма в Солнечной системе, включая планетные магнитосферы (44; 15); космические астрофизические исследования (69; 26); науки о жизни в космосе (38; 20); науки о материалах в космосе (6; 3); фундаментальная

физика в космосе (10; 5); последние результаты (1; 1); панели (28; 14); специальные (4; 4).

Успешное проведение столь грандиозного на-

учного форума должно способствовать, на наш взгляд, более быстрому развитию космических исследований в нашей стране и сопряженных с

ними естественнонаучных дисциплин – астрономии, физики, биологии, химии.

По материалам пресс-центра ИКИ РАН

Информация

Большое Красное Пятно на Юпитере уменьшается

Гигантский антициклон в атмосфере Юпитера – Большое Красное Пятно – вращается против часовой стрелки со скоростью свыше 500 км/ч. В течение 300 лет пятно размером более двух диамет-

ров Земли, открытое Джованни Кассини в 1665 г., изменялось незначительно, но в 1930 г. астрономы заметили, что оно уменьшилось. К концу XX в. пятно сократилось почти в два раза и потускнело. Начиная с 2012 г. темпы сжатия пятна увеличились: поперечник стал сокращаться на 933 км ежегодно. Его форма изменилась с овальной на почти круглую, цвет стал оранжевым. Недавние снимки КТХ подтверждают, что диаметр Большого Красного Пятна теперь – 16 500 км, это са-

мый маленький его диаметр за всю историю наблюдений (см. стр. 3 обложки, вверху).

Ученые предполагают, что Большое Красное Пятно уменьшается из-за штормов, которые постоянно взаимодействуют с ним и ослабляют процессы в этом самом мощном урагане Солнечной системы. Известны случаи поглощения пятном более мелких вихрей (Земля и Вселенная, 2008, № 5, с. 14; 2010, № 4, с. 30).

Пресс-релиз NASA,
21 мая 2014 г.

“Гершель”: изучение транснептуновых объектов

За четыре года работы европейская инфракрасная обсерватория “Гершель” измерила блеск 132 транснептуновых объектов (ТНО) Солнечной системы из более 1400 известных (Земля и Вселенная, 2006, № 2; 2012, № 3; 2013, № 6, с. 110–111). Это позволило определить их радиусы и альbedo поверхности.

Многочисленные тела пояса Койпера, обнаруженные за последние 20 лет с помощью крупнейших наземных и космических телескопов, в основном небольшие (см. стр. 3 обложки, внизу). Даже на лучших

снимках они выглядят как светящиеся точки. Измерив только блеск небесного объекта в видимом свете и расстояние до него, нельзя определить его размеры (а значит, и среднюю плотность): один и тот же световой поток может быть вызван небольшим ярким или большим темным телом.

Чтобы определить радиус и альbedo ТНО, необходимо кроме наблюдений в оптическом диапазоне провести измерения их собственного теплового излучения. Из-за крайней удаленности от Солнца (орбиты ТНО проходят дальше орбиты Нептуна) температура на поверхности объектов пояса Койпера менее 45–50 К, максимум их теплового из-

лучения лежит в дальнем инфракрасном диапазоне. Альbedo ТНО меняется от нескольких процентов почти до единицы. Ученые предполагают, что темные объекты пояса Койпера покрыты органическим веществом, образовавшимся в результате фотолиза метанового инея ультрафиолетового излучения Солнца и звезд. Самые крупные ТНО – очень яркие благодаря преобладанию льда на их поверхности или разреженной атмосфере с инеем летучих (азот, метан и угарный газ). Сублимация инея на холодных участках делает их светлыми.

Пресс-релиз NASA,
9 июля 2014 г.