ВПВ
№5(106) 2013



# ВСЕЛЕННАЯ
## пространство ✦ время

Научно-популярный журнал

## КОМЕТА PanSTARRS
Надежды и реалии

## Космические телескопы
Микроволновый диапазон

## Будни космических стартов
Как провожают ракеты на космодроме Байконур

ASG
AUTO STANDARD GROUP

www.universemagazine.com

ВСЕЛЕННАЯ пространство ✦ время №5 2013

# ИДЕТ ПОДПИСКА НА ВТОРОЕ ПОЛУГОДИЕ

## Подписаться на журнал можно в любом почтовом отделении Украины и России




## НАШИ ИНДЕКСЫ:

**91147 – в Каталоге периодических изданий Украины**

**12908 – в Каталоге «Пресса России»**

**24524 — в Каталоге «Почта России»**

# Клуб «Вселенная, пространство, время»

## Основные направления деятельности:

**Астрономия, астрофизика, космогония, физика микромира**
**Космонавтика, космические исследования**
**Планетология, науки о Земле: геология, экология и др.**
**Науки о жизни: биология, микробиология, экзобиология**
**Жизнь на Земле, палеонтология, антропология, археология, история цивилизаций**

17 мая состоится собрание Научно-просветительского клуба «Вселенная, пространство, время».
Место и время проведения: Киевский Дом ученых НАНУ, 18:30, Белая гостиная.
Адрес: ул. Владимирская, 45-а, ст. метро «Золотые ворота».
Тел. для справок: 050 960 46 94

На собрании будет представлен доклад

**«Использование радиоастрономических методов при исследованиях Земли, Вселенной и поисках внеземного разума.»**

Радиотелескопы давно уже стали мощным инструментом для астрономических исследований. С их помощью сделано множество открытий в Солнечной системе, дальнем космосе, осуществляются попытки обнаружения внеземного разума. Кроме того, они помогают решать множество прикладных задач – отслеживать движение континентов и параметры вращения Земли, предупреждать о возможных столкновениях спутников и космических кораблей с фрагментами космического мусора, а также искать в окрестностях земной орбиты астероиды, потенциально опасные для нашей планеты.

**Докладчик:** доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе Крымской астрофизической обсерватории Вольвач Александр Евгеньевич

После выступления можно будет задать любые вопросы и обсудить затронутую тематику.

**Руководитель проекта, главный редактор:**
Гордиенко С.П., к.т.н. (киевская редакция)

**Главный редактор:**
Остапенко А.Ю. (московская редакция)

**Заместитель главного редактора:**
Манько В.А.

**Редакторы:**
Рогозин Д.А., Ковальчук Г.У.

**Редакционный совет:**
Андронов И. Л. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии

Вавилова И.Б. — ученый секретарь Совета по космическим исследованиям НАН Украины, вице-президент Украинской астрономической ассоциации, кандидат ф.-м. наук

Митрахов Н.А. — Президент информационно-аналитического центра Спейс-Информ, директор информационного комитета Аэрокосмического общества Украины, к.т.н.

Олейник И.И. — генерал-полковник, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РФ

Рябов М.И. — старший научный сотрудник Одесской обсерватории радиоастрономического института НАН Украины, кандидат ф.-м. наук, сопредседатель Международного астрономического общества

Черепащук А.М. — директор Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

Чурюмов К.И. — член-корреспондент НАН Украины, доктор ф.-м. наук, профессор Киевского национального Университета им. Т. Шевченко

Гордиенко А.С. — Президент группы компаний «AutoStandardGroup»

**Дизайн, компьютерная верстка:**
Галушка С.М.

**Художник:** Попов В.С.

**Отдел продаж:**
Малакович Е.А.
тел.: (067) 370-60-39

**Адреса редакции:**
02152, Киев,
ул. Днепровская набережная, 1А, оф.146.
тел.: (044) 295-02-77
тел./факс: (044) 295-00-22
e-mail: uverce@gmail.com
info@universemagazine.com
сайт: www.universemagazine.com

123056, Москва,
пер. М. Тишинский, 14/16.
тел.: (499) 253-79-98, (495) 544-71-57

Распространяется по Украине и в странах СНГ
В рознице цена свободная

**Подписные индексы**
Украина — 91147
Россия —
12908 — в каталоге «Пресса России»
24524 — в каталоге «Почта России»

**Учредитель и издатель**
ЧП «Третья планета»
© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время —
№5 май 2013
Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.
Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.
Тираж 8000 экз.

Ответственность за достоверность фактов в публикуемых материалах несут авторы статей

Ответственность за достоверность информации в рекламе несут рекламодатели
Перепечатка или иное использование материалов допускается только с письменного согласия редакции.
При цитировании ссылка на журнал обязательна.

Формат — 60x90/8
Отпечатано в типографии
ООО «Слон», Киев, ул. Бориспольская, 9.
т. (044) 592-35-06

**ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время** — международный научно-популярный журнал по астрономии и космонавтике, рассчитанный на массового читателя

**Издается при поддержке Международного Евразийского астрономического общества, Украинской астрономической ассоциации, Национальной академии наук Украины, Государственного космического агентства Украины, Информационно-аналитического центра «Спейс-Информ», Аэрокосмического общества Украины**




# СОДЕРЖАНИЕ

№5 (106) 2013




## ВСЕЛЕННАЯ

**Космические телескопы. *Микроволновый диапазон***
**Часть III** 4

### Новости

Звезда HD 140283 стара, как мир 14
Детектор на борту МКС обнаружил «следы» темной материи 15
VLT сфотографировал экзопланету 16
Найдена экзопланета размером с Луну 17
«Конская голова»: взгляд сквозь пыль 19

## КОСМОНАВТИКА

**Будни космических стартов. *Как провожают ракеты на космодроме Байконур***
***Геннадий Понамарев*** 20

### Новости

Перестановки на МКС 26
Самый старый участник «космической прогулки» 28
Российский узловой модуль полетит на МКС 28
Dragon вернулся на Землю 28
Пуск ракеты «Циклон-4» откладывается 29
В 2014 г. NASA получит $17,7 млрд. 29
Двигатели Saturn V подняты со дна Атлантики 29

## КНИГИ 30

## СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

### Новости

Россияне отправятся на «марсианскую» станцию 32
Поиски марсианской жизни продолжаются 33
Лунные кратеры: новые подробности 34

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Небесные события июня 35
Надежды и реалии кометы PanSTARRS 38

# Космические телескопы. МИКРОВОЛНОВЫЙ ДИАПАЗОН

## Часть III

### ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

- **Масса при запуске 1950 кг**
- **Размеры: высота – 4,2 м, максимальный диаметр – 4,2 м**
- **Общая стоимость миссии – более 700 млн. евро**

**ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА** – измерение вариаций температуры реликтового микроволнового фона с чувствительностью и угловым разрешением, позволяющими по-новому увидеть нашу Вселенную в возрасте около 380 тыс. лет.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ:**

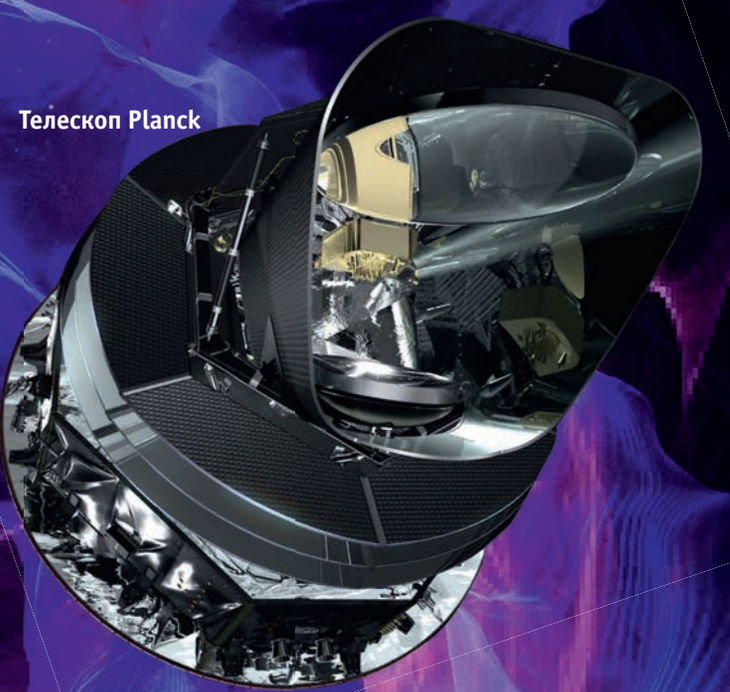
- Исследования распределения интенсивности и поляризации реликтового излучения с высоким разрешением;
- Создание каталога скоплений галактик с использованием эффекта Сюняева-Зельдовича;
- Наблюдения ярких галактических (пылевые облака) и внегалактических (активные ядра галактик) источников радиоволн и инфракрасного излучения;
- Наблюдения Млечного Пути, в том числе местной межзвездной среды, изучение распределения синхротронного излучения и измерение галактического магнитного поля;
- Исследования Солнечной системы (планет, астероидов, комет и зодиакального света).

**НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**: внеосевой телескоп системы Грегори с эллиптическим главным зеркалом (1,9×1,5 м). Зеркало наклонено по отношению ко входящему пучку, поэтому апертура телескопа равна 1,5 м. Вторичное зеркало размером 1,1×1,0 м фокусирует собранное излучение на два прибора:

**НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ПРИЕМНИК (LFI)**, представляющий собой массив из 22 микроволновых радиоприемников, чувствительных к излучению частотой 30÷70 ГГц (длина волны 4÷10 мм) и функционирующих при температуре 20 K (-253°C);

**ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ПРИЕМНИК** (HFI) – массив из 54 болометрических детекторов, которые преобразуют принятое излучение в тепло. Они работают практически в условиях абсолютного нуля – при температуре -273,1°C. Необходимость столь глубокого охлаждения вызвана тем обстоятельством, что средняя температура реликтового излучения не превышает 2,7 K (-270,45°C). Приемник регистрирует электромагнитное излучение с частотой 100÷857 ГГц, что соответствует длине волны примерно 0,35÷1 мм. В январе 2012 г. работа HFI была завершена после исчерпания запасов охладителя (жидкого гелия).

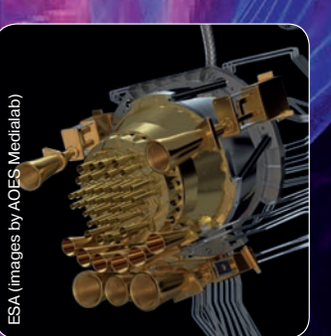
Оба прибора могут измерять общую интенсивность и поляризацию фотонов.



**Телескоп Planck**



**Перед установкой на ракету-носитель космический телескоп Planck был тщательно очищен специальным пылесосом. После этого специалисты произвели его осмотр в ультрафиолетовых лучах с целью проверки качества очистки.**




**Детекторы LFI и HFI космического телескопа Planck, установленные в главной фокальной плоскости**

Радиоастрономии мы обязаны подтверждением базовых гипотез о строении и возникновении Вселенной: именно с помощью первых радиотелескопов (пока еще наземных) было открыто реликтовое излучение – «эхо» Большого Взрыва, одного из ключевых пунктов современной космогонии.[1] Однако дальнейшие его исследования были затруднены, как и в случае оптической астрономии, «вмешательством» земной атмосферы. Для более точного картирования распределения энергии этого излучения по небесной сфере необходимо было поместить приемную антенну как можно дальше от Земли, в идеале – за пределами радиационных поясов, задерживающих основную часть радиоволн, приходящих из космоса. Первым таким аппаратом стал американский зонд WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), отправленный 30 июня 2001 г. в окрестности точки Лагранжа $L_2$ системы «Солнце-Земля».[2] В октябре 2010 г. его сопровождение было прекращено, после чего аппарат перешел на самостоятельную гелиоцентрическую орбиту, близкую к земной.

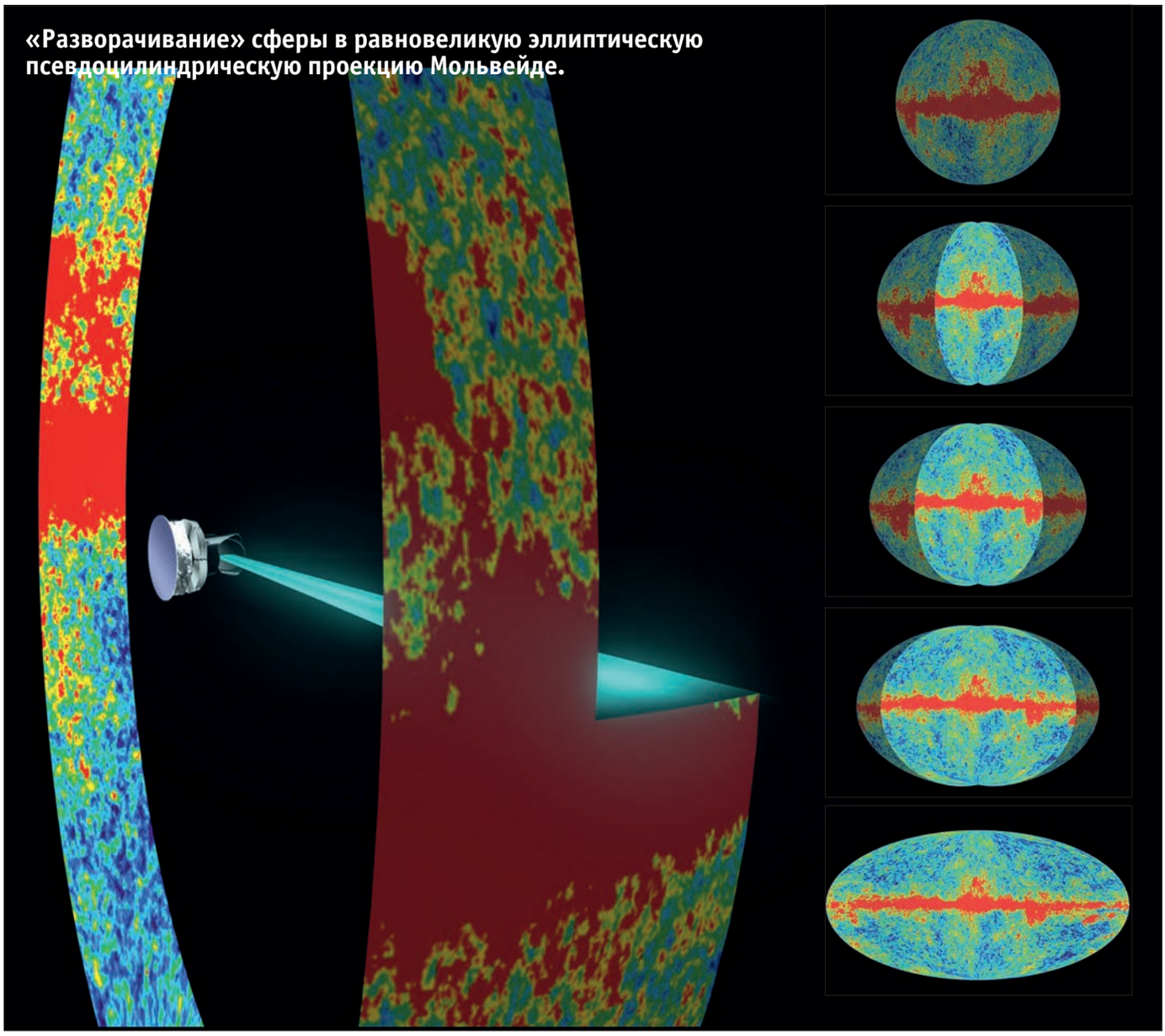
## Planck

Достойным продолжателем миссии WMAP стала микроволновая обсерватория Европейского космического агентства (ESA), созданная для детального изучения неоднородностей микроволнового фона и названная в честь выдающегося немецкого физика Макса Планка (Max Planck) – основоположника квантовой теории, нобелевского лауреата. Аппарат Planck был запущен 14 мая 2009 г., одновременно с инфракрасным телескопом Herschel,[3] и также выведен в точку Лагранжа $L_2$, расположенную примерно в полутора миллионах километров от нашей планеты на продолжении прямой, проходящей через Солнце и Землю.[4]

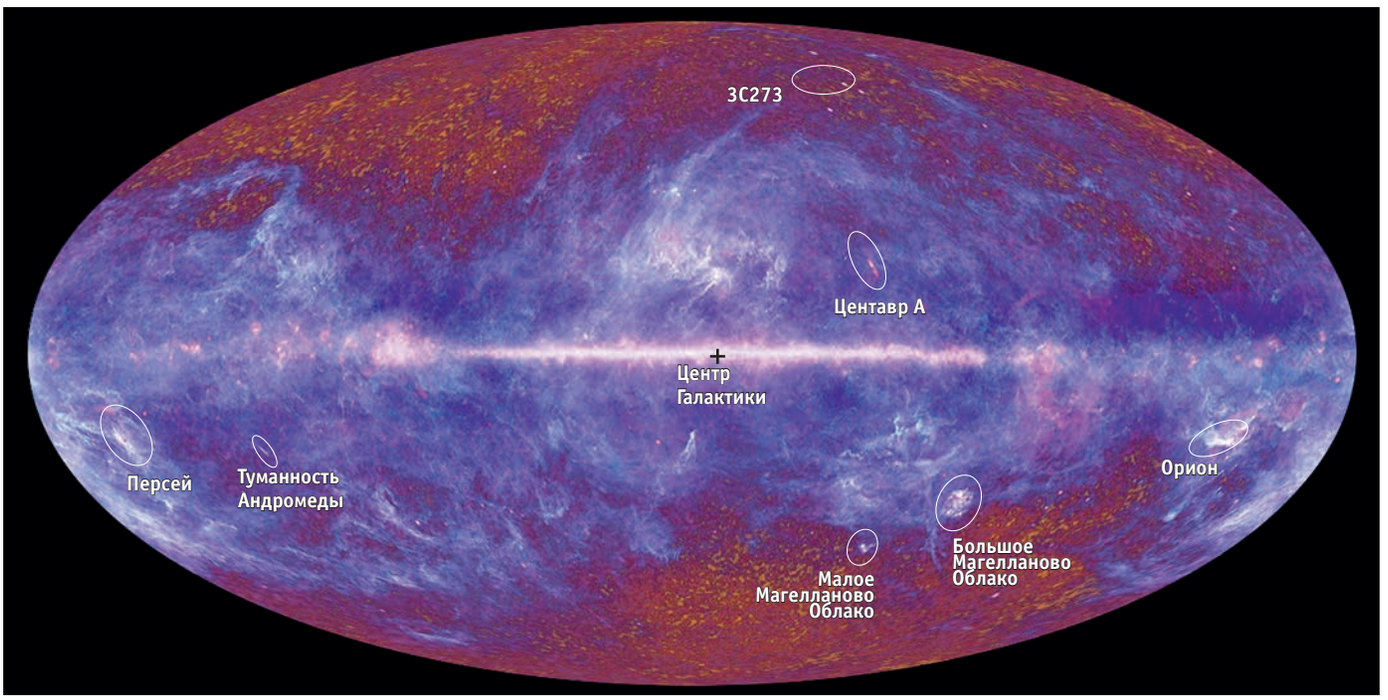
Объект, помещенный в точку $L_2$, находится в состоянии неустойчивого равновесия. Тем не менее, существуют такие «квазипериодические» орбиты в ее окрестностях, по которым тело сравнительно малой массы может двигаться достаточно долго, оставаясь относительно недалеко от нашей планеты и участвуя вместе с ней во вращении вокруг Солнца. В проекции на небесную сферу такое тело описывает кривые, называемые «фигурами Лиссажу». Конкретно в случае обсерватории Planck максимальный размер этой фигуры при наблюдении с Земли равен 15°. Периодически аппарат включает свои бортовые двигатели для коррекции траектории.

Первая фаза наблюдений длилась 15 месяцев и завершилась 26 ноября 2010 г. В ходе нее были проведены два полных обзора

[1] ВПВ №4, 2010, стр. 4; №5, 2010, стр. 4
[2] ВПВ №9, 2009, стр. 25
[3] ВПВ №5, 2009, стр. 2; №4, 2013, стр. 10
[4] ВПВ №8, 2010, стр. 4



**«Разворачивание» сферы в равновеликую эллиптическую псевдоцилиндрическую проекцию Мольвейде.**




**▲ Так выглядит небесная сфера в диапазоне электромагнитного излучения, в котором ведет наблюдения телескоп Planck (от 30 до 857 ГГц). Изображение получено по данным 12 месяцев работы обсерватории. Вблизи галактических полюсов (в верхней и нижней части изображения) хорошо заметна «зернистая» структура реликтового микроволнового фона, вызванная вариациями его температуры. Значительную часть неба «укрывают» облака холодной пыли и газа, принадлежащие нашей Галактике. Больше всего их сконцентрировано в главной галактической плоскости. Несмотря на то, что их излучение накладывается на микроволновый фон, практически во всех случаях его можно «отфильтровать», используя методики обработки изображений, специально разработанные группой сопровождения миссии Planck.**

неба. Точность измерений составила одну пятимиллионную долю градуса Цельсия. По данным этих измерений можно значительно уточнить кривизну пространства-времени, а также вклад темной энергии, темной материи и «нормального» вещества в распределение массы и энергии Вселенной. Сейчас Planck работает в рамках расширенной миссии, которая закончится после полного исчерпания бортовых запасов охлаждающего вещества.

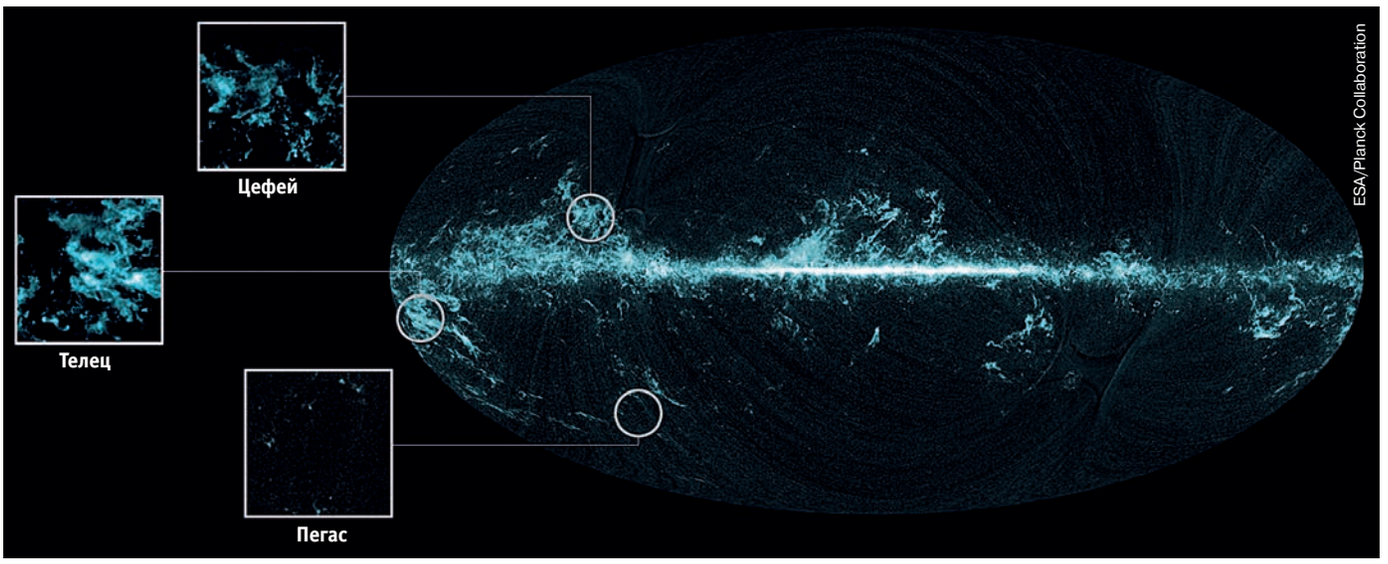
## Научные достижения телескопа Planck

### «МИКРОВОЛНОВОЕ НЕБО»

Уже первый полный обзор небесной сферы на частотах от 30 до 857 ГГц, составленный по данным, полученным в период с августа 2009 г. по июнь 2010 г., показал исключительные возможности нового инструмента. «Пестрая» структура реликтового микроволнового фона с хорошо заметными крошечными температурными колебаниями демонстрирует изначальные вариации плотности излучения – благодаря этим неоднородностям и возникло в дальнейшем все нынешнее разнообразие космических объектов. Особенно отчетливо она просматривается на высоких галактических широтах, где ее не «перекрывает» излучение нашей Галактики. На большей части изображения преобладают диффузные выбросы газа и пыли.

### «УГАРНАЯ КАРТА» МЛЕЧНОГО ПУТИ

В актив телескопа Planck следует зачислить составление карты распределения угарного газа (моноксида углерода CO) в нашей звездной системе. Этот газ является самым распростра-




**▲ Этот снимок всей небесной сферы показывает распределение интенсивности линий излучения моноксида углерода (CO) – газа, служащего астрономам в качестве «маркера» при поисках межзвездных молекулярных облаков. На врезках представлены увеличенные фрагменты, охватывающие три индивидуальных региона, в которых концентрация CO особенно сильно отличается от средней – они расположены в созвездиях Цефея, Тельца и Пегаса.**

ненным химическим соединением в космосе, и к тому же он активно «светится» в радиодиапазоне. Поскольку холодный водород ($H_2$) излучает довольно слабо, ученые могут исследовать лишь такие области звездообразования, где его концентрация достаточно высока. Поэтому астрономы пытаются искать другие «маркеры» межзвездных молекулярных облаков с более высокой излучательной способностью. Самым эффективным из них оказался угарный газ, излучающий большое количество линий в частотном диапазоне, доступном прибору High Frequency Instrument (HFI). Эмиссионные линии в диапазоне, в котором работают детекторы телескопа, очень малочисленны – как правило, они наблюдаются с использованием спектрографа. Но линии CO настолько мощны, что составляют значительную часть всего излучения, принимаемого телескопом. Исследование распределения холодных молекулярных облаков способствует обнаружению существующих и потенциальных областей звездообразования, изучению физических и химических условий процессов формирования новых поколений звезд, а также выявлению «виновников» инициации этих процессов.

Картографирование холодных молекулярных облаков, содержащих угарный газ, проведено телескопом практически для всех хорошо изученных регионов звездообразования. Для каждого из них характерны некоторые отличия (местный «газовый ландшафт»), определяемые в основном их пространственным расположением – в первую очередь удаленностью от галактического экватора.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ

Открытые телескопом Planck огромные скопления (кластеры) галактик, удаленные от нас на миллиарды световых лет, являются самыми большими структурами Вселенной. Теперь их известно около 200, но ученые считают, что это только вершина айсберга – реально их число может быть на порядок больше. Каждый такой кластер, удерживаемый от «разлетания» силами гравитации, может включать несколько сотен галактик с сотнями миллиардов звезд в каждой.

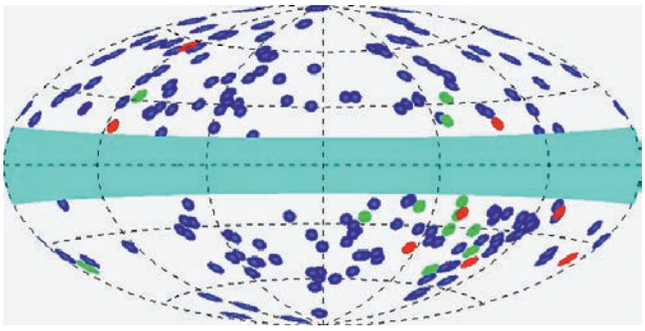
Примером исследования подобных скоплений могут быть совместные с телескопом XMM-Newton наблюдения суперкластера PLCK G214.6+37.0. На изображении, полученном в ультрафиолетовом диапазоне, четко просматриваются три отдельных группы галактик, имеющих красное смещение Z=0,45. Снимок обсерватории Planck не столь выразительно демонстрирует их наличие, но в целом его подтверждает.

Возможность наблюдения идентичных структур в удаленных участках спектра – в ультрафиолетовом и микроволновом – связана с эффектом Сюняева-Зельдовича, о котором будет сказано ниже.

Planck был использован для составления предварительного Полного каталога скоплений галактик (и кандидатов в кластеры). Сейчас этот список состоит из 189 скоплений, распределенных по всему небу. Их массы заключены в весьма широких пределах (1-15×$10^{14}$ солнечных масс), диапазон красных смещений – 0,0-0,45.

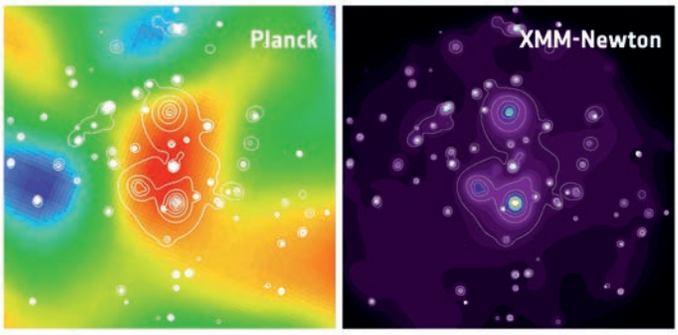
## МЕЖГАЛАКТИЧЕСКИЙ МОСТ

Рассказ о наблюдениях скоплений галактик Abell 399 и Abell 401 немного выбивается из повествования о «способностях» телескопа Planck. После анализа результатов наблюдений был сделан вывод, что эти скопления связаны перемычкой из раскаленного газа с температурой порядка 80 млн. кельвинов. Протяженность перемычки – 10 млн. световых лет. Это означает, что свет с одного конца такого «межгалактического моста» достигнет его противоположного конца через 10 млн. лет. Расстояние до «моста» превышает миллиард световых лет. Эта гигантская структура вместе с газовыми «коконами», окружающими скопления, хорошо видна на снимке, сделанном в оптическом диапазоне с помощью наземных инструментов, на который наложена информация о распределении межгалактического вещества, полученная после расшифровки данных обсерватории Planck (избыток горячего газа обозначен условным желтым цветом). Яркие объекты с четырьмя дифракционными лучами – звезды «ближнего плана», принадлежащие нашей Галактике.



ESA/Planck Collaboration

**▲ Синие точки на схеме соответствуют SZE-кластерам, отождествленным с уже известными объектами, зеленые относятся к объектам, подтверждение которых проведено с использованием рентгеновской обсерватории XMM-Newton, красным цветом отмечены кандидаты, статус которых пока не подтвержден. Голубая полоса вдоль главной галактической плоскости отражает тот факт, что все определения для галактической широты менее 14°, где очень сильно проявляется излучение Млечного Пути, не включены в каталог, поскольку он содержит только наиболее реальные определения, проведенные телескопом во время первого обзора.**




**▲ На этом изображении показано сверхскопление галактик, открытое по данным телескопа Planck с использованием эффекта Сюняева-Зельдовича (SZE) и получившее обозначение PLCK G214.6-37.0 (позже открытие было подтверждено спутником XMM-Newton, проводившим съемку в рентгеновских лучах).**

Ценность этих наблюдений заключается в том, что телескоп, работающий в микроволновом диапазоне спектра, смог зарегистрировать излучение объекта (газовой «перемычки»), разогретого до сверхвысоких температур, при которых максимум излучения приходится на рентгеновский диапазон, недоступный обсерватории Planck. Это противоречие объясняется хорошо известным в физике эффектом Сюняева-Зельдовича. Он заключается в изменении «цвета» микроволнового излучения, проходящего сквозь раскаленный газ: его фотоны получают прибавку к своей энергии. Таким образом, реликтовое излучение, пройдя через «межгалактический мост», изменило свою частоту, что однозначно отметил Planck. В результате на том месте, где должны быть скопления, на сравнительно ровном фоне микроволновой «засветки» появилось специфическое пятно, позволившее обнаружить необычную структуру.

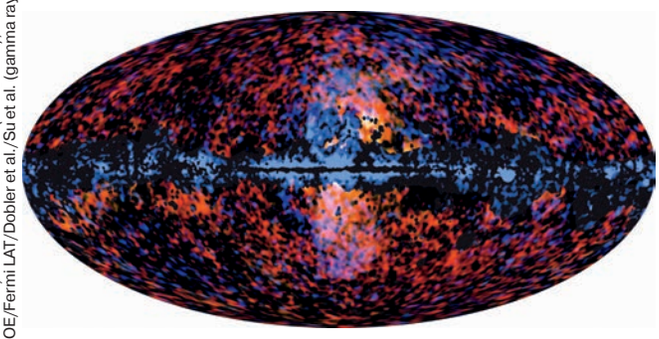
## «МИКРОВОЛНОВАЯ ДЫМКА» И «ПУЗЫРЬ ФЕРМИ»

Интересное явление было замечено при сравнении наблюдений в микроволновом и гамма-диапазонах, проводившихся



Sunyaev-Zel'dovich effect (orange): ESA & Planck Collaboration; optical image: STScI Digitized Sky Survey

**Скопления галактик Abell 399 и Abell 401.**



ESA/Planck Collaboration (microwave); NASA/DOE/Fermi LAT/Dobler et al./Su et al. (gamma rays)

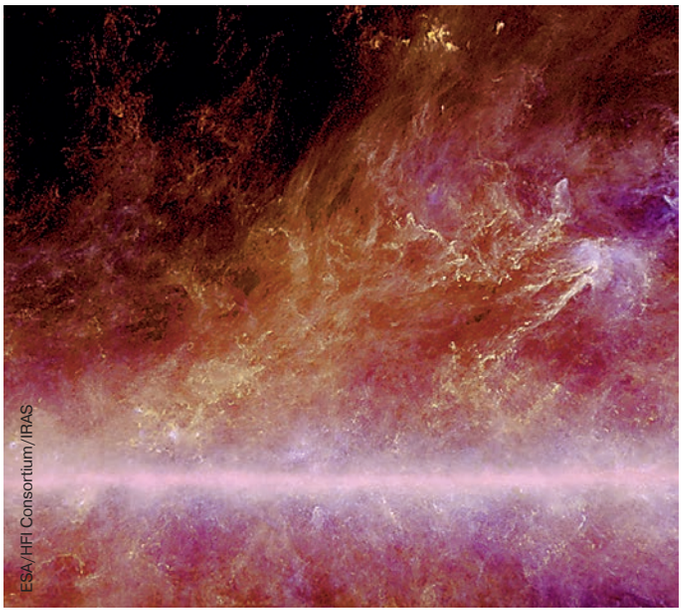
**▲ Данные телескопа Planck (нанесены условным красным и желтым цветом) показывают распределение «микроволновой дымки» вблизи галактического центра. Излучение в диапазоне энергий 10-100 ГэВ, зарегистрированное телескопом Fermi (голубой цвет), проявляется в форме двух пузыреобразных эмиссионных структур, простирающихся от галактического центра.**

телескопами Planck и Fermi.[5] Два «светлых» региона, зарегистрированные обоими инструментами в противоположных концах спектра, пространственно совпадают друг с другом, наводя на мысль о том, что они действительно могут быть связаны с одним и тем же поколением электронов, проявляющимся в разных механизмах излучения.

Обсерватория Planck подтвердила существование таинственного ореола микроволнового излучения вокруг центра нашей Галактики, открытого космическим телескопом WMAP в 2004 г. Правда, однозначный ответ на вопрос о происхождении этого ореола дать пока не удалось. Изначально астрономы предполагали, что он является результатом аннигиляции частиц темной материи, концентрирующей в центральных областях галактик: этот процесс порождает электроны и позитроны, которые увлекаются магнитным полем Млечного Пути и начинают двигаться вокруг его центра по спирали, и испуская радиоизлучение, видимое со стороны как «дымка» в галактическом ядре. Однако в самом существовании этой дымки многие сомневались, считая ее результатом ошибки, возникшей при анализе данных зонда WMAP: сигнал был слишком слабым и вполне мог оказаться «шумом». Planck не только однозначно зарегистрировал наличие дымки, но и «разглядел» ее с недостижимым ранее разрешением. Но именно здесь ученых и поджидал сюрприз – выяснилось, что микроволновое гало имеет не сферическую (как предсказывает гипотеза «с участием» темной материи), а сильно удлиненную форму. Особенно заинтересовал исследователей южный край гало: он оказался слишком резко очерченным, чтобы возникнуть в результате какого-то протяженного во времени процесса. Так или иначе, природа этого явления все еще остается необъясненной.

## ГАЛАКТИЧЕСКАЯ «ПАУТИНА» ХОЛОДНОЙ ПЫЛИ

Способность обсерватории Planck измерять температуру наиболее холодных пылевых частиц создает хорошие предпосылки для регистрации физических процессов, играющих важную роль в межзвездной среде и в областях звездообразования. На изображении, составленном по результатам съемки протяженного участка неба в двух частотных каналах телескопа Planck и более ранних наблюдений спутника IRAS,[6] хорошо просматривается температурная дифференциация излучения пыли: красные тона соответствуют температуре около 12° выше абсолютного ноля, белесые тона – температуре порядка нескольких десятков кельвинов. Изображение показывает местные пылевые структуры, расположенные в пределах пятисот световых лет от Солнца.



ESA/HFI Consortium/IRAS

**▲ Приведенное изображение демонстрирует участок неба шириной около 55°. На нем совмещены снимки, сделанные в двух наиболее коротковолновых диапазонах, доступных телескопу Planck (540 и 350 мкм, соответствующие частотам 545 и 857 ГГц), и снимок обсерватории IRAS (ВПВ №9, 2009, стр. 7) вблизи линии 100 мкм. Хорошо заметны пылевые облака с различной температурой: красноватые тона соответствуют веществу, нагретому на 12° выше абсолютного нуля, белесые тона – более теплым областям (десятки градусов выше абсолютного нуля), которые предположительно содержат формирующиеся массивные звезды. В целом изображение показывает распределение пыли в пределах 500 световых лет от Солнца.**

## СОЗДАНИЕ КАТАЛОГА КОМПАКТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Главной задачей миссии Planck является измерение мелкомасштабных флуктуаций космического микроволнового фона. Однако их прямые измерения сопряжены с большими трудностями, поскольку за время, прошедшее с момента Большого Взрыва, во Вселенной образовалось неимоверно большое количество структур всевозможных размеров – от сравнительно небольших скоплений пыли и газа до сверхскоплений галактик, излучающих в инфракрасном и радиодиапазоне и существенно затрудняющих наблюдения самого фона. Поэтому перед реализацией основного проекта – построения глобальной карты реликтового излучения – ученые задались целью создать каталог всех микроволновых небесных объектов. Для создания такого каталога потребовалось провести два полномасштабных обзора всего неба на всех восьми частотах, доступных детекторам телескопа. Естественно, для всех мощных микроволновых источников были проведены тщательные определения индивидуальных особенностей излучения.

Каталог ERCSC (Early Release Compact Source Catalogue)[7] содержит более 15 тыс. компактных источников – как галактических (особых структур межзвездной среды, ядер холодных молекулярных облаков, звезд с пылевыми оболочками), так и внегалактических (радиогалактик, блазаров, инфракрасных галактик, галактических скоплений и сверхскоплений, неотождествленных источников). Кроме того, в него были включены найденные ранее в рамках отдельных задач 189 кандидатов в галактические кластеры, отождествленных с использованием эффекта Сюняева-Зельдовича, а также Каталог

[5] ВПВ №7, 2008, стр. 11; №10, 2008, стр. 12
[6] ВПВ №9, 2009, стр.7
[7] ВПВ № 1, 2011, стр. 16

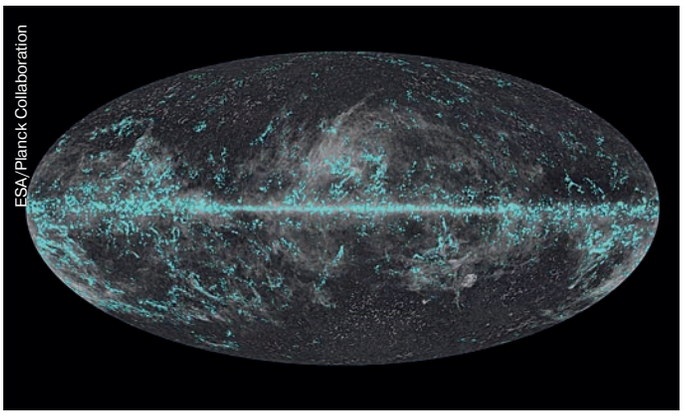
Холодных ядер, содержащий 915 ядер молекулярных облаков с температурой ниже 14 К (обычной температуры пыли в Галактике).

## ЗАГАДОЧНЫЕ КОМПОНЕНТЫ МЛЕЧНОГО ПУТИ

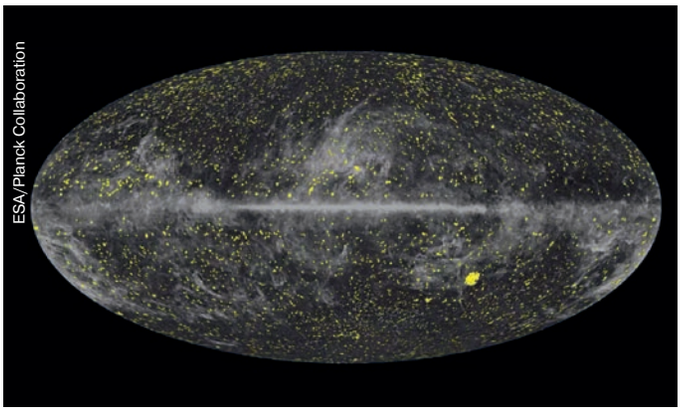
К интересным особенностям инфракрасной картины неба, обнаруженным телескопом Planck, можно отнести детектирование предельно быстро вращающихся пылевых частиц, а также объяснение избытка излучения, пронизывающего Малое Магелланово Облако.[8]

Пылевая компонента в межзвездной среде «светит» главным образом в инфракрасном и субмиллиметровом диапазонах, но ее излучение в радиодиапазоне стало большим сюрпризом для ученых. Совершенно неожиданно в 1990-х годах сильная эмиссия,

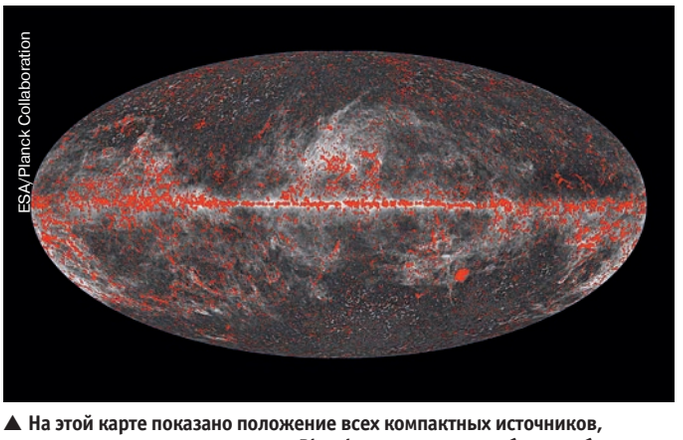
[8] ВПВ №6, 2007, стр. 7



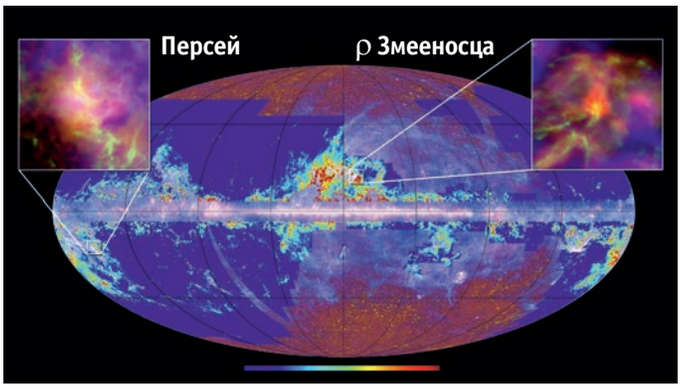

**▲ Образцы компактных микроволновых источников, зарегистрированных телескопом Planck – детали структуры межзвездного газа, ядра холодных молекулярных облаков, звезды с пылевыми оболочками. Каталог холодных ядер (Early Cold Cores Catalogue), составленный по данным обсерватории, включает 915 объектов с температурой ниже 14 К (-259°С).**



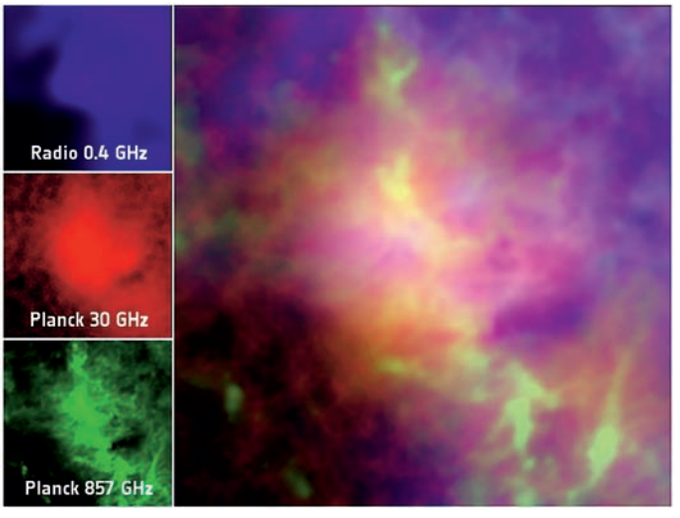

**▲ Положения всех внегалактических микроволновых источников по данным первого обзора неба, осуществленного обсерваторией Planck. В основном такими источниками являются инфракрасные и радиогалактики. Результаты обзора сведены в каталог ERCSC (Early Release Compact Source Catalogue). Размер пятна отображает мощность источника.**
**Каталог ERCSC содержит свыше 15 тыс. индивидуальных компактных источников. Они были определены с помощью специально разработанного набора критериев путем сравнения результатов наблюдений телескопа Planck во всех его рабочих диапазонах с уже известными данными оптических и инфракрасных обзоров.**

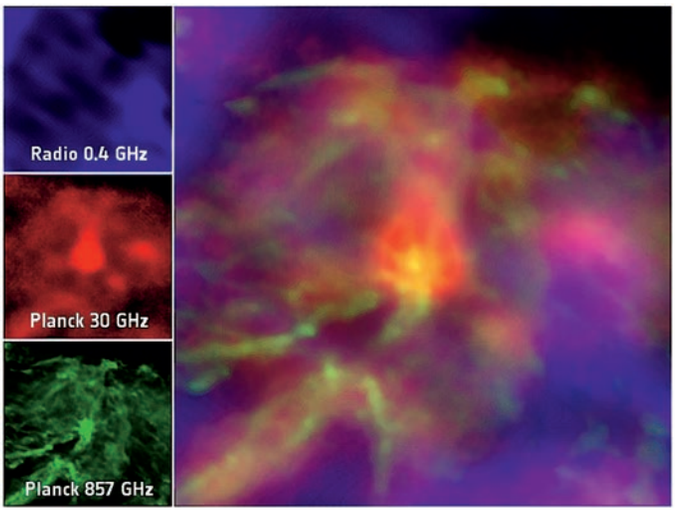



**▲ На этой карте показано положение всех компактных источников, зарегистрированных телескопом Planck в ходе первого обзора неба и занесенных в каталог ERCSC.**




**▲ На этой схеме показано распределение избыточного излучения (иногда называемого «темным газом») на 63% небесной сферы. Этот новый, пока что малоизученный компонент межзвездной среды «проявляется» на изображениях, полученных телескопом Planck, после тщательного анализа наблюдательных данных.**

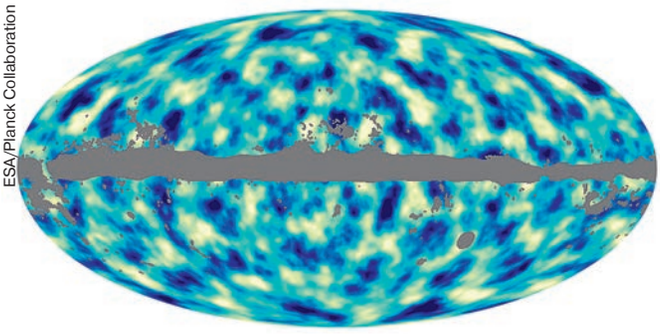


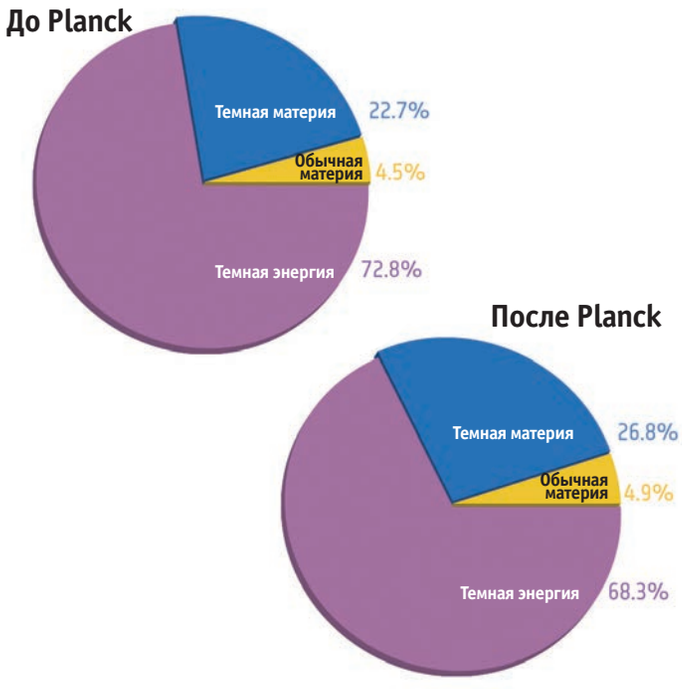

**▲ Отдельные карты и трехцветные составные изображения молекулярных облаков Персея (вверху) и ρ Змееносца (внизу), построенные по наблюдениям на частотах 0,4 ГГц, 30 ГГц и 857 ГГц. Красным цветом показано аномальное излучение быстровращающихся наночастиц межзвездной пыли. Размер каждого изображения – 5°x 5°**

приходящая из запыленных областей Млечного Пути, была обнаружена в микроволновой части спектра – ее назвали аномальной микроволновой эмиссией (AME). Наблюдения телескопа Planck позволили окончательно определиться с источниками этой эмиссии: она обусловлена пылевыми частицами нанометровых размеров, которые вращаются со скоростью десятков тысяч оборотов в секунду, Это наименьшие из известных пылевых частиц – они состоят из 10-50 атомов, а их «раскрутка» осуществляется при столкновениях с атомами межзвездного газа и фотонами. Излучают они на частотах 10-60 ГГц.

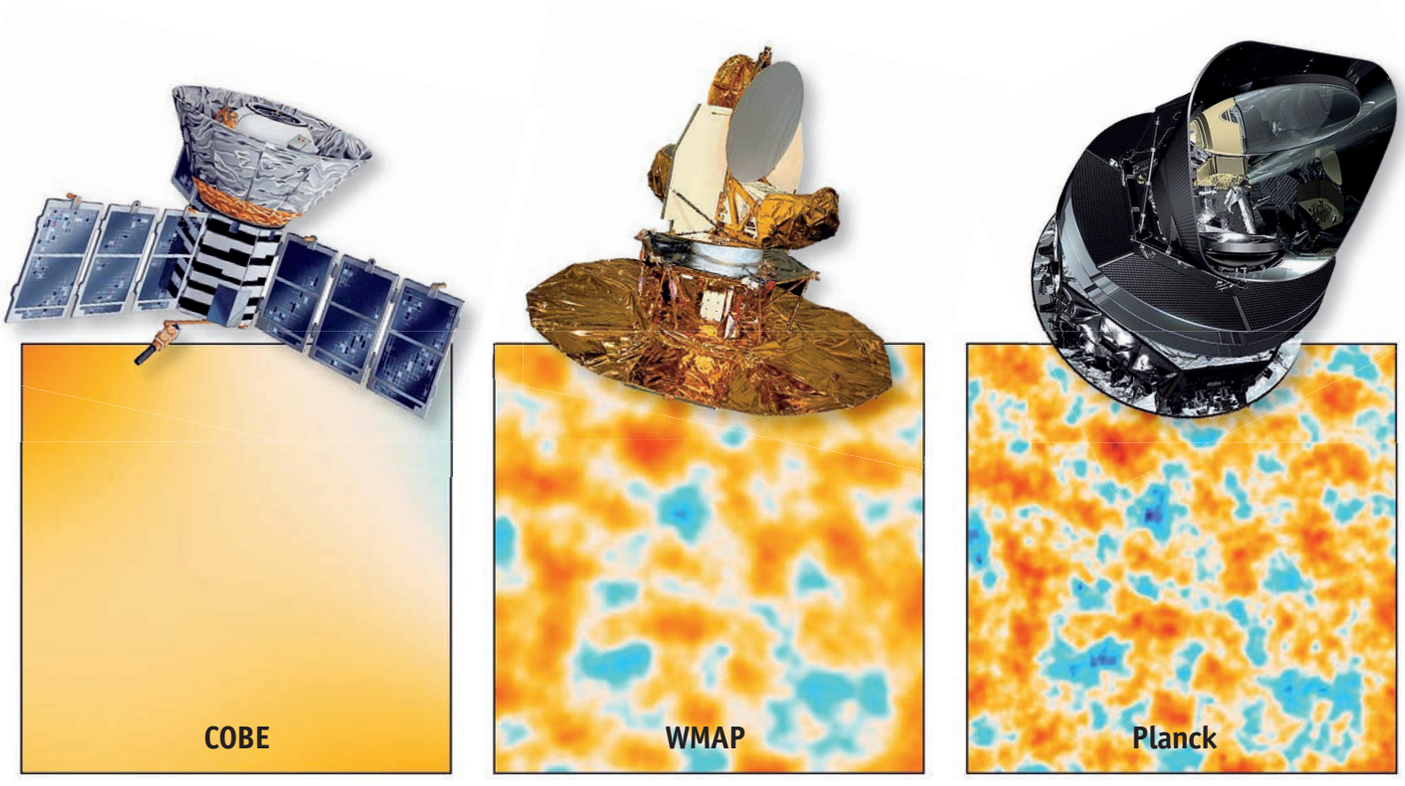
Наблюдения, сосредоточенные на двух хорошо исследованных областях звездообразования – молекулярных облаках Персея и ρ Змееносца – позволили выявить такие тонкие эффекты в картине эмиссионной активности, что из всех возможных объяснений осталось одно, самое убедительное: значительная часть AME (возможно, даже все) обусловлена эмиссией быстровращающихся пылевых частиц.



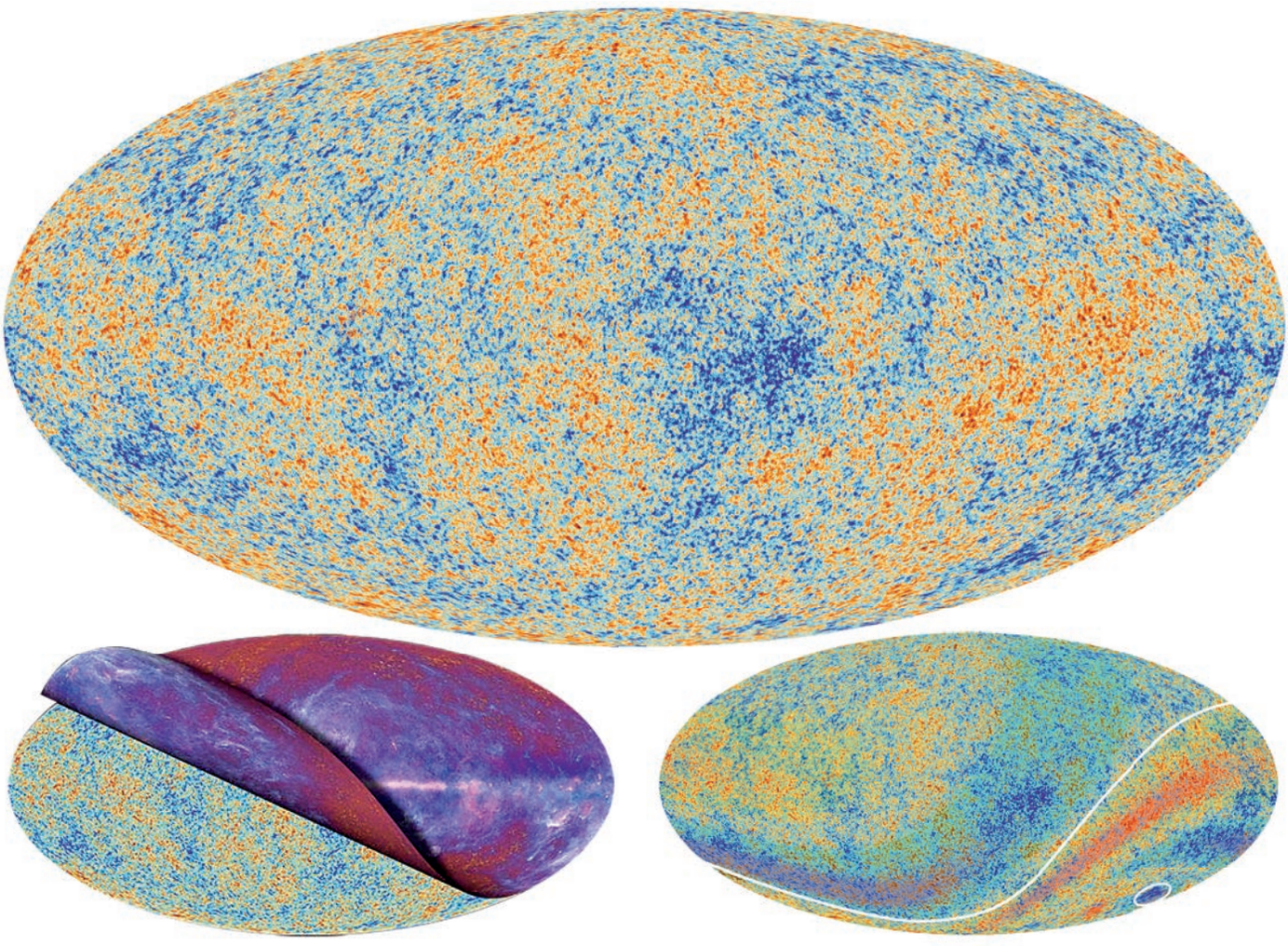

**▲ Распределение темной материи по небесной сфере. Эта материя, не излучающая и не поглощающая в электромагнитном диапазоне, может быть обнаружена только благодаря ее гравитации. В частности, ее скопления отклоняют от прямолинейного пути фотоны микроволнового излучения (такой эффект астрономы называют «гравитационным линзированием» – ВПВ №7, 2006, стр. 18), вызывая легкие, но измеряемые искажения «типичной» формы неоднородностей его структуры. Более темные участки изображения соответствуют местам с большей плотностью гравитирующей скрытой массы, светлые участки представляют собой менее «массивные» регионы. Серым цветом закрашена область неба, в которой полученные данные ненадежны из-за слишком сильного «вмешательства» излучения близлежащих объектов – главным образом холодных газово-пылевых облаков в главной плоскости Млечного Пути.**
**Карта составлена после обработки наблюдений телескопа Planck в рамках его базовой миссии и стала одним из наиболее впечатляющих ее результатов – ранее эта информация была недоступна исследователям. В целом она согласуется с предсказаниями общепринятой космологической модели, описывающей возникновение и эволюцию крупномасштабных структур Вселенной.**




**▲ Высокоточная карта неоднородностей реликтового фона, полученная телескопом Planck, позволила ученым вывести новые значения «вклада» основных компонентов Вселенной в ее общий состав. Доля темной энергии снизилась с 72,8% до 68,3%, доля нормальной (барионной) и темной материи – наоборот, выросла. «Допланковские» данные представлены по результатам 9-летней миссии аппарата WMAP (Hinshaw et al., 2012).**




**▲ Детализация неоднородностей реликтового фона по данным космических микроволновых обсерваторий трех поколений. Космический аппарат COBE (Cosmic Background Explorer) работал на околоземной орбите с 1989 по 1993 г., WMAP – в точке Лагранжа $L_2$ системы «Земля-Солнце» с 2001 по 2012 г.**



▲ С помощью специально разработанных вычислительных процедур специалисты выделили «чистый» реликтовый фон из общей картины микроволнового излучения небесной сферы, построенной по данным телескопа Planck. После этого они получили возможность с большой точностью определить положения его неоднородностей, их размер и величину отклонения от среднего значения. Существующие космологические модели предполагают, что эти неоднородности «запечатлели» информацию о самых первых структурах Вселенной, возникших задолго до того, как в ней начали формироваться звезды, звездные скопления и галактики.

▲ Две особенности микроволнового фона, обнаруженные американским зондом WMAP (предшественником обсерватории Planck), были подтверждены в ходе наблюдений с более высокой чувствительностью и разрешающей способностью. Одна из них – асимметрия средней температуры противоположных полушарий небесной сферы: излучение, испускаемое участками неба южнее эклиптики, в среднем оказывается слегка «теплее». Это противоречит предсказаниям стандартной модели, согласно которым Вселенная должна выглядеть одинаковой во всех направлениях. Вторая особенность – «холодное пятно», размеры которого превосходят допустимые теорией (обведено белым эллипсом). Природу этих аномалий ученым еще предстоит объяснить.

Этот же механизм был применен и для объяснения значительной аномальной эмиссии в Малом Магеллановом Облаке.

## ИТОГОВАЯ КАРТА РЕЛИКТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Все полученные телескопом Planck результаты, упомянутые – детали большой мозаики, которую ученые сложат после завершения обработки наблюдательного материала и его всестороннего анализа.

На заключительных стадиях компьютерной обработки наблюдений, проводившихся на протяжении 15 с половиной месяцев, с первоначальной карты распределения микроволнового излучения были «вычтены» составляющие, вносимые молекулярными газовыми облаками, сгущениями пыли, галактиками, кластерами и суперкластерами, отдельными звездами. В результате осталось только «чистое» излучение реликтового фона, сохранившегося после Большого Взрыва. Именно в этом фоне «зашифрована» вся информация о рождении и ранних этапах эволюции нашей Вселенной.

После ее тщательного анализа ученые смогли скорректировать постоянную Хаббла, характеризующую скорость расширения Вселенной в настоящее время.[9] Выяснилась, что она равна 67,15±1,2 км/с на мегапарсек, то есть две галактики, разделенные расстоянием в один мегапарсек (3,26 млн. световых лет), удаляются со скоростью 67,15 км/с.

Эта корректировка дала возможность точнее оценить возраст нашего мира. Согласно новым данным, он составляет 13,82 млрд. лет (на несколько десятков миллионов лет больше, чем считалось до сих пор). Кроме того, по данным телескопа Planck, во Вселенной имеется не 22,7% темной материи, а 26,8%. Доля обычной материи равна 4,9%, соответственно 68,3% приходится на темную энергию.[10]

Planck также подтвердил существование аномалий микроволнового фона, открытых его предшественником – зондом WMAP (NASA), который обнаружил, что температура разных «полушарий» Вселенной отличается. Более чувствительные приборы нового космического аппарата зарегистрировали в реликтовом излучении «холодные пятна».

Полная обработка результатов наблюдений европейской микроволновой обсерватории, до сих пор ведущей сканирование небесной сферы, будет завершена в 2014 г.

[9] ВПВ №5, 2009, стр. 8
[10] ВПВ №10, 2005, стр. 9

# «Послепланковская» Вселенная – какая она?

*заключительное слово редактора*

Георгий Ковальчук,
редактор журнала «Вселенная, пространство, время»,
кандидат физ.-мат. наук, сотрудник Главной астрономической обсерватории НАНУ, г. Киев

В штаб-квартире Европейского Космического Агентства в Париже 21 марта 2013 г. собрались ученые со всего мира. Их вниманию была предложена новейшая карта нашей Вселенной в возрасте 380 млн. лет, составленная неустанным трудом космического телескопа Planck и группой его сопровождения на протяжении первых 15 месяцев работы. Дата долгожданного мероприятия была известна в момент запуска аппарата, и ее удалось выдержать без опозданий. Откровенно говоря, астрономы не ожидали увидеть что-либо необычное: предшественник обсерватории Planck на создание подобной карты потратил намного больше времени (около 9 лет), но он был первопроходцем.

Собравшимся в Париже ученым команда телескопа показала не совсем обычную карту неба. На ней не было ни звезд, ни галактик, ни их скоплений – только «пепел», образовавшийся в первые мгновения существования нашего мира. Он был распределен по всему небу совершенно случайно (но это следует доказать!), и именно на этом «пепле» возникли все наблюдаемые нами сегодня структуры Вселенной: в местах большей концентрации образовались скопления и сверхскопления галактик, в местах меньшей концентрации – огромные пустоты. Так ли это было на самом деле, астрономы пока не решили.

Результаты наблюдений телескопа Planck будут еще долго обрабатываться, это своего рода «задел» для проверки старых теорий и создания новых. Предварительные выводы свидетельствуют о том, что, как и в любом серьезном научном исследовании, готовых ответов на поставленные вопросы появилось ничуть не меньше, нежели новых вопросов. Пока же можно сформулировать некоторые из этих «готовых ответов» и привести перечень положений, решением которых, по-видимому, займутся уже следующие поколения ученых и телескопов.

■ Отсутствие избытка нейтрино. Согласно Стандартной модели, во Вселенной должно быть три и только три разновидности нейтрино. Результаты наблюдений телескопа Planck вполне согласуются с предсказаниями теории.

■ Вселенная не настолько изотропна на больших масштабах, как ожидалось. Уже первые исследования реликтового микроволнового фона с помощью космических телескопов выявили серьезные доказательства того, что северное и южное полушария неба выглядят не совсем так, как того требует теория изотропной Вселенной (в статистическом плане). Были обнаружены аномальные «прохладные места» в распределении этого фона – аномальные с точки зрения не только температуры, но и формы, а также общих размеров. Planck подтвердил эти результаты на новом уровне, с более высокой точностью. Кроме того, при анализе его результатов ученые убедились в том, что для этих «половинок» неба значения шести используемых статистических параметров сильно отличаются. Если эти отличия реальны (пока не исключается, что они могут быть ошибками наблюдений), приходится постулировать наличие во Вселенной неких «непредвиденных» структур, далеко выходящих за космологический горизонт и возникших перед эпохой инфляции, а возможно – даже до Большого Взрыва.

■ При анализе спектра волнистых «узоров» на больших участках неба возникают некоторые трудности. В то время как согласие между наблюдаемым и теоретическим распределением реликтового фона на малых угловых масштабах очень хорошее, колебания его температуры на больших масштабах такого согласия не показывают. Попытки ученых согласовать их подбором соответствующих теоретических параметров (в разумных пределах) успеха не приносят, что приводит астрономов к мысли о несовершенстве теоретических моделей и необходимости создавать новые, вплоть до утверждений о создании «Новой Физики».

■ Когда в «младенческой» Вселенной закончилась инфляция (процесс сверхбыстрого экспоненциального «раздувания», имевший место около $10^{-32}$ секунды после Большого Взрыва), макроскопические квантовые флуктуации были намного сильнее по сравнению с малоразмерными. Эти колебания послужили «зародышами» современных крупномасштабных космических структур. Теория инфляции действительно предсказывает такой небольшой «перекос» в распределении размеров флуктуаций, и аппарат WMAP экспериментально его обнаружил, тогда как Planck убедительно подтвердил существование предсказанной зависимости с большой точностью. В этом плане выводы теории инфляции сомнению не подлежат.

■ Большие надежды учение возлагали на результаты поляризационных наблюдений. Более того, не будет преувеличением заявить, что именно за этими результатами и «отправили» Planck в космос. Теория инфляции утверждает, что появление поляризационного «узора» в распределении реликтового фона в самые первые моменты существования Вселенной станет убедительным доказательством существования гравитационных волн на этой стадии ее эволюции. Однако другие теории Большого Взрыва (например, теория столкновения бран в многомерном пространстве) начисто отметают наличие поляризованных компонент реликтового излучения. Пока что «поляризационный» аргумент в пользу инфляционной модели Большого Взрыва не обнаружен, но специалистов, занятых анализом результатов наблюдений телескопа Planck, это не удручает: они возлагают большие надежды на более тщательный и глубокий анализ всего наблюдательного материала, об итогах которого астрономическая общественность будет оповещена в 2014 г.

Квинтэссенцией всего вышесказанного может служить высказывание профессора астрофизики Джорджа Эфстатиу (George Efstathiou) на брифинге для СМИ после завершения конференции 21 марта: «Мы увидели спорные данные, которые не предусмотрены инфляционной теорией и ее простейшими вариантами. Поэтому вполне возможно, что у нас неверные представления о происходившем, возможно, мы ошиблись, и никакой космологической инфляции – стремительного расширения Вселенной после взрыва – не было. Не исключено, что Вселенная существовала и до Большого Взрыва, и мы можем найти какие-то следы этого. Сможем ли мы подвести теоретическую базу под эти нестыковки, сумеем ли совместить их с существующей инфляционной теорией? На сегодняшний день это вопрос номер один. Пока у нас нет всеобъемлющего объяснения этим аномалиям. Но если мы предложим теорию, которая их объяснит и объединит, привяжет их к существующей инфляционной теории, то это будет уже совсем новый подход в физике».

# Звезда HD 140283 стара, как мир

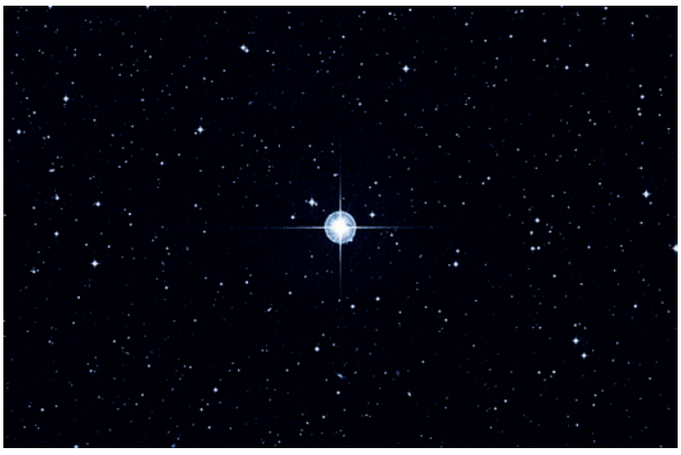
Среди претендентов на звание «самой старой звезды во Вселенной» появился новый кандидат, получивший обозначение HD 140283. Этот оранжевый субгигант седьмой звездной величины интриговал астрономов на протяжении десятилетий. Он оказался в числе первых объектов с крайне малой концентрацией тяжелых элементов во внешней атмосфере по сравнению с Солнцем (астрономы называют этот показатель «металличностью»). Такая низкая металличность, с учетом того обстоятельства, что температура этой звезды близка к солнечной, давала все основания ожидать, что она должна быть как минимум вдвое старше. Более того, в одном из последних выпусков журнала Astrophysical Journal Letters ученые делают парадоксальный и интригующий вывод: HD 140283 может быть почти ровесником Вселенной.

Определение возраста звезды – задача не из легких. Для этого нужно провести несколько различных видов наблюдений. В случае с HD 140283 это означало применение спектроскопии, фотометрии и определение параллакса. Объединив результаты двух последних измерений, астрономы получили абсолютную яркость звезды, которая непосредственно связана с ее массой и возрастом. Параллакс HD 140283 определили еще в середине 1990-х годов в ходе миссии HIPPARCOS, одной из целей которой было измерение параллаксов всех звезд до 8-й величины.[1] Для увеличения точности полученного значения команда наблюдателей использовала служебную информацию о положениях датчиков точного ведения телескопа Hubble.[2] Оказалось, что изучаемый объект удален от нас на 190,1 световых лет.

Далее участники исследования сравнили полученное значение абсолютной величины HD 140283 с серией теоретических расчетов для звезд с различной концентрацией элементов тяжелее гелия. Их количество определяет, какие модели должны применяться для вычисления возраста светила. Использование улучшенной оценки расстояния привело к уточнению абсолютной величины, которая, в свою очередь, «повлияла» на возраст звезды – он оказался равен 14,46±0,8 млрд. лет.

[1] Астрометрический спутник следующего поколения GAIA (его запуск запланирован на конец текущего года) позволит измерить миллиарды звездных расстояний с еще более высокой точностью – ВПВ №2, 2005, стр. 13; №7, 2008, стр. 13

[2] ВПВ №10, 2008, стр. 4; №2-3, 2013, стр. 6



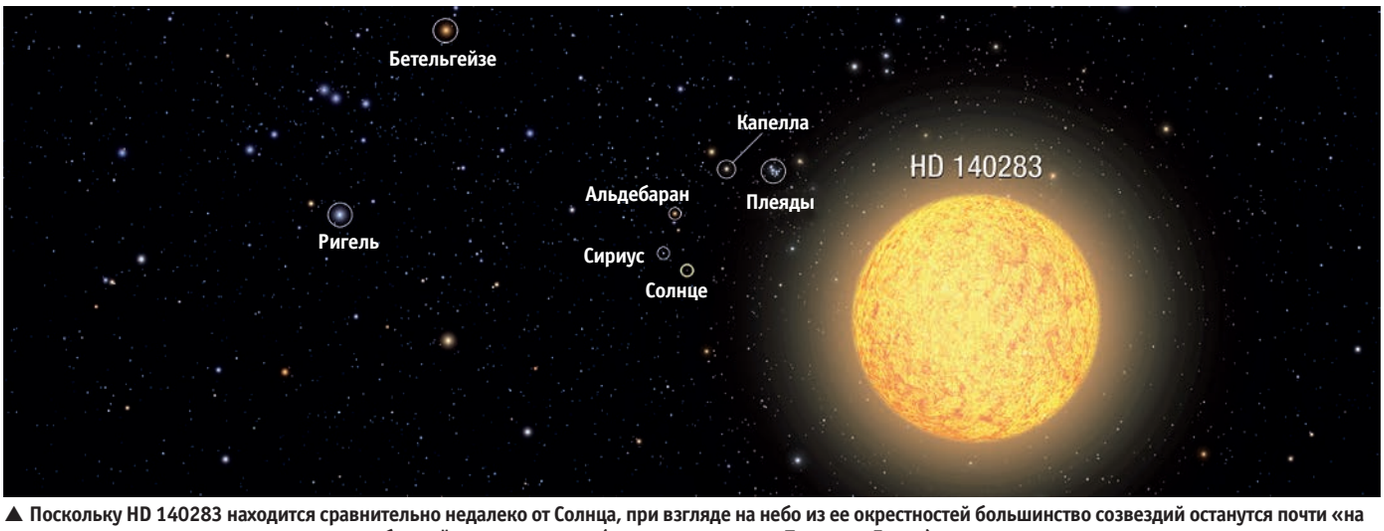
**▲ Снимок звезды HD 140283, полученный в ходе Цифрового обзора неба (Digitized Sky Survey). В настоящее время эта звезда считается самой старой из тех, чей возраст определен с достаточной точностью. Она движется сквозь наше ближайшее звездное окружение со скоростью около 360 км/с (1,3 млн. км/ч) по орбите, почти перпендикулярной к главной галактической плоскости. В проекции на небесную сферу она за сутки смещается на 3 угловых миллисекунды, и космическому телескопу Hubble достаточно нескольких часов, чтобы зарегистрировать ее движение.**

Внимательные читатели уже, конечно, поняли, почему полученный результат смутил ученых. Дело в том, что последние сверхточные измерения реликтового микроволнового фона ограничили возраст Вселенной значением 13,82 млрд. лет с погрешностью всего в 60 млн. лет. Астрономы полагают, что формирование первых звезд началось примерно через 400 млн. лет после Большого Взрыва,[3] и даже если возраст HD 140283 лежит вблизи нижней границы новой оценки – она с большим трудом «вписывается» в эти представления. Так что, похоже, существующие модели звездной эволюции все же придется немного скорректировать.

Поскольку HD 140283 оказалась старейшей из известных звезд, она стала важным «маркером» первых этапов звездообразования, протекавших в то время, когда Млечный Путь только начинал формироваться. Детальное изучение этого и других подобных объектов позволит астрономам разгадать многие тайны глубокого прошлого Вселенной и нашей Галактики.

*Источник: Hubble News Release Number: STScI-2013-08, March 7, 2013.*

[3] ВПВ №10, 2005, стр. 11

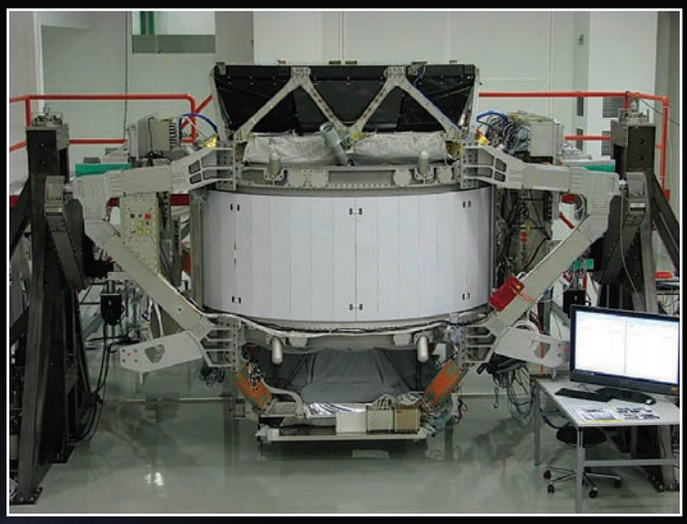



**▲ Поскольку HD 140283 находится сравнительно недалеко от Солнца, при взгляде на небо из ее окрестностей большинство созвездий останутся почти «на своих местах», и лишь несколько десятков ближайших ярких звезд (включая скопления Плеяды и Гиады) окажутся сосредоточенными на сравнительно небольшом участке небесной сферы, заметно «потеряв» в блеске. Солнце с такого расстояния нельзя увидеть невооруженным глазом.**

# Детектор на борту МКС обнаружил «следы» темной материи

Магнитный альфа-спектрометр AMS-02 (Alpha Magnetic Spectrometer), доставленный на Международную космическую станцию 19 мая 2011 г. в ходе миссии шаттла Endeavour STS-134,[1] вслед за российско-итальянским проектом PAMELA (Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics) обнаружил аномальный избыток позитронов в космических лучах, что может быть проявлением присутствия темной материи – загадочной субстанции, на долю которой приходится более четверти массы Вселенной.

[1] ВПВ №6, 2011, стр. 20



▲ **Сборка спектрометра AMS-02 в Женеве (Швейцария).**

▼ **Этот снимок, сделанный астронавтом Роналдом Гараном (Ronald John Garan) во время выхода в открытый космос 12 июля 2011 г., запечатлел шаттл Atlantis, в последний раз состыковавшийся с МКС (ВПВ №7, 2012, стр. 17). Российский корабль «Союз», также пристыкованный к станции, виден у левого края изображения. В центре на переднем плане находится экспериментальный альфа-магнитный спектрометр (AMS) – наиболее совершенный детектор элементарных частиц, предназначенный для исследования космической среды и углубления наших знаний о Вселенной. С его помощью ученые надеются обнаружить в космосе антивещество и понять природу загадочной темной материи.**

3 апреля руководитель эксперимента, Нобелевский лауреат по физике 1976 г. Сэмюэл Тин (Samuel Ting) представил на семинаре в Европейском центре ядерных исследований первые результаты работы детектора AMS-02. С мая 2011 г. прибор зарегистрировал около 25 млрд. частиц, в том числе 400 тыс. позитронов в диапазоне энергий от 0,5 до 350 гигаэлектронвольт.

Существует несколько гипотез о возможной природе темной материи. Согласно одной из наиболее популярных, она может состоять из тяжелых частиц, почти не взаимодействующих с обычной материей – «вимпов» (WIMP – Weakly Interacting Massive Particles).

Данные AMS свидетельствуют, что в диапазоне от 10 до 250 ГэВ доля позитронов относительно суммарного количества позитронов и электронов демонстрирует аномальный рост, не предсказанный теорией. Такой же рост в 2008 г. зарегистрировал российско-итальянский детектор PAMELA, установленный на борту спутника «Ресурс-ДК1». Ученые заявили, что одним из вероятных объяснений этого избытка может служить аннигиляция частиц темной материи, в результате чего рождаются «дополнительные» позитроны.

С другой стороны, полученные данные не показали какой-либо зависимости спектра частиц от направления. Это может рассматриваться как подтверждение того, что источником избыточных позитронов является темная материя, а не компактные астрофизические объекты. Однако данные детектора пока не позволяют исключить альтернативные объяснения (в качестве позитронных источников, в частности, рассматриваются пульсары в главной плоскости Галактики).

Кроме того, теория предсказывает, что если «виновником» наблюдаемого избытка все же является темная материя, то доля позитронов должна перестать расти при энергиях выше 250 ГэВ. Информации об этой области пока недостаточно, но ожидается, что AMS в течение следующих нескольких лет сможет прояснить, как ведут себя позитроны в этом диапазоне энергий.

Данные нового прибора практически повторяют результаты работы детектора PAMELA с более высоким уровнем точности. Главное отличие AMS заключается в том, что он зарегистрировал большее число событий и соответственно собрал гораздо больше материала для статистического анализа.

*Источник: space.com, April 3, 2013.*



# VLT сфотографировал экзопланету

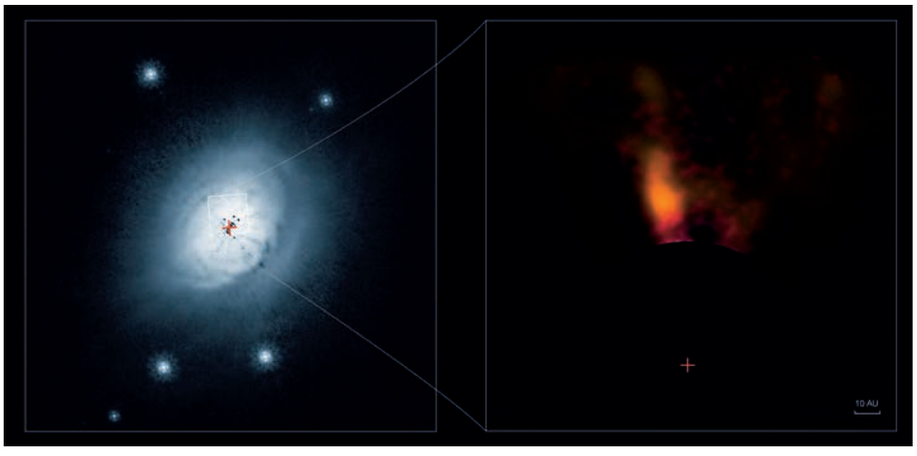
На фотографиях, сделанных с помощью Очень Большого Телескопа Европейской Южной обсерватории (VLT ESO),[1] астрономам удалось рассмотреть некий объект, который на самом деле может оказаться первым прямым изображением экзопланеты в процессе ее формирования. Он выглядит как слабое каплеподобное образование, погруженное в толстый диск из газа и пыли вокруг молодой звезды HD 100546. По всей видимости, это «зародыш» формирующейся из вещества диска огромной газовой планеты, напоминающей Юпитер. Наблюдения велись с использованием системы адаптивной оптики NACO, компенсирующей вносимую земной атмосферой «размытость» изображения. Также был задействован специальный коронограф, который при наблюдениях в ближнем инфракрасном диапазоне блокирует яркий свет звезды, что существенно улучшает условия видимости ее окружения.

До сих пор планетообразование в основном изучалось в ходе компьютерного моделирования.[2] Если в данном случае подтвердится предположение о том, что наблюдается именно процесс формирования звезды с протопланетным диском и экзопланетами (пока нельзя исключить, что обнаруженный объект окажется просто более далекой звездой, случайно «проецирующейся» на небо вблизи HD 100546), ученые впервые смогут эмпирически изучить этот процесс на очень ранней стадии, а также исследовать взаимодействие рождающейся планеты с окружающей средой.

Звезда HD 100546, находящаяся на расстоянии 335 световых лет, ранее была заподозрена в том, что вокруг нее обращается экзопланета, причем радиус ее орбиты в шесть раз превышает среднее расстояние между Землей и Солнцем. Второй «компаньон» этой звезды расположен от нее еще в 10-12 раз дальше. Этот объект почти полностью соответствует представлениям астрономов о процессах звездо- и планетообразования. Звезды рождаются в газово-пылевых облаках, в каждом из которых после завершения конденсации центрального светила остается достаточно много «строительного мусора», вовлеченного во вращательное движение. На самом деле этот «мусор» является исходным материалом для нового процесса – формирования экзопланет. Сценарий его уже предсказан и, похоже, именно в системе HD 100546 он проявляется очень четко. На новых фотографиях в диске, окружающем звезду, обнаруживаются структуры, которые могут быть результатом взаимодействия его вещества и разгорающейся звезды. Более того, наблюдательные данные подтверждают, что материал вокруг каплеподобной «планеты» нагревается, а это полностью согласуется с гипотезой планетообразования.



**▲ Так в представлении художника выглядит процесс образования гигантской газовой планеты в газово-пылевом диске, окружающем звезду HD 100546. В этой системе подозревается существование еще одной экзопланеты, обращающейся очень близко к «материнской» звезде.**




**▲ Слева – фотография звезды HD 100546, сделанная космическим телескопом Hubble (NASA/ESA), справа – снимок с использованием системы NACO, установленной на Очень Большом Телескопе (VLT ESO). Орбитальная обсерватория, производившая съемку в видимом диапазоне, сфотографировала огромный газово-пылевой диск, окружающий звезду. Детекторы VLT, чувствительные к ближнему инфракрасному диапазону, зарегистрировали сравнительно яркий участок диска – возможно, здесь внутри сгустка протопланетного вещества формируется новая планета. В обоих случаях при получении изображений использовался специальный коронограф, отсекающий яркий свет центральной звезды (ее положение отмечено красным крестом).**

Исследования экзопланет в настоящее время являются одной из самых актуальных научных тем, и получение их прямых изображений – совершенно новое, неизведанное поле приложения усилий астрономов. Именно здесь разрабатываются наиболее современные технологии наблюдений, наряду с внедрением новых инструментальных возможностей и методов анализа данных. Участники проекта подтверждают, что для своей работы они позаимствовали процедуры анализа, разработанные для специалистов-космологов, и удачное их применение показало, что взаимный обмен идеями между разными отраслями астрономии может быть весьма эффективным.

*Источник: eso1310ru — Научный релиз, 28 февраля 2013 г.*

[1] ВПВ №10, 2012, стр. 12
[2] ВПВ №5, 2012, стр. 22

# Найдена экзопланета размером с Луну

Специализированная космическая обсерватория Kepler продолжает исследования звезд на выбранном участке неба в районе границы созвездий Лебедя и Лиры.[1] Очередным ее открытием стала самая маленькая из всех известных планет. Объект, получивший обозначение Kepler-37b, имеет диаметр 3860 км, то есть примерно втрое меньше земного (12740 км), но чуть больше лунного (3475 км). Радиус орбиты новой экзопланеты почти в три раза меньше среднего расстояния от Солнца до Меркурия, а период ее обращения вокруг центральной звезды составляет 13,4 земных суток. Скорее всего, она представляет собой лишенное атмосферы каменистое тело, постоянно повернутое к своему светилу одной стороной, температура на которой достигает 500 °C.

Также в системе звезды Kepler-37 найдено еще два планетоподобных объекта (обозначенных буквами c и d). Первый из них, период обращения которого превышает 21 день, по размеру немного «не дотягивает» до Земли, второй – с орбитальным периодом 40 суток – примерно вдвое крупнее нашей планеты. Они также слишком горячие для того, чтобы на их поверхности могла существовать жизнь, похожая на земную.

По мнению планетолога Джека Лиссауэра из Исследовательского центра Эймса (Jack Lissauer, Ames Research Center, NASA), факт открытия Kepler-37b позволяет утверждать, что такие маленькие планеты достаточно распространены, и в процессе дальнейшего сбора и анализа данных нас ожидает множество удивительных открытий. Первые экзопланеты, найденные в окрестностях солнцеподобных звезд, имели малые периоды обращения и радиусы орбит, однако по массе были сравнимы с газовыми гигантами – Юпитером и Сатурном.[2]

[1] ВПВ №3, 2009, стр. 13; №2-3, 2013, стр. 12
[2] ВПВ №4, 2004, стр. 8

Звезда, вокруг которой обращается экзопланета Kepler-37b, расположена на расстоянии 210 световых лет, ее диаметр на четверть меньше солнечного, а температура поверхности немного ниже. Кроме падений блеска, вызванных прохождением по звездному диску планетоподобных спутников, удалось обнаружить незначительные колебания яркости, связанные с возникновением во внешних слоях звезды сейсмических волн, порожденных процессами в ее недрах, благодаря чему были уточнены ее размеры. Kepler-37 стала самым маленьким на данный момент небесным телом, в котором отмечены проявления «звездотрясений». Для их регистрации в объектах меньшего размера требуются более чувствительные инструменты.

*Источник: NASA's Kepler Mission Discovers Tiny Planet System. — NASA Press Release, February 20, 2013.*




**▲ Космический телескоп Kepler обнаружил планетную систему у солнцеподобной звезды, расположенной на расстоянии 210 световых лет в созвездии Лиры. В ее состав входит самая маленькая из открытых к настоящему времени экзопланет. На приведенной иллюстрации показаны все три известных планетоподобных объекта системы Kepler-37 в сравнении с Луной и тремя из четырех ближайших к Солнцу планетами.**

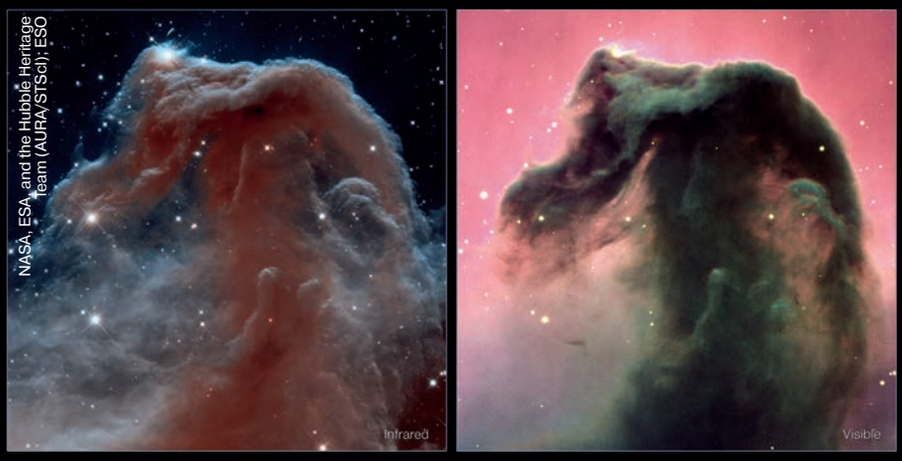
## Планеты системы Кеплер-37




| СИСТЕМА KEPLER-37 | | | |
|---|---|---|---|
| Обозначение | Большая полуось орбиты (а.е.) | Период обращения (сутки) | Радиус (в радиусах Земли) |
| b | 0,1003 | 13,367 | 0,303 $R_\oplus$ |
| c | 0,1368 | 21,302 | 0,742 $R_\oplus$ |
| d | 0,2076 | 39,792 | 1,99 $R_\oplus$ |



NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (AURA/STScI)




▲ Справа: снимок туманности «Конская голова» в видимом диапазоне, сделанный Очень Большим Телескопом Европейской Южной Обсерватории (VLT ESO) в Чили. Слева – снимок, полученный космическим телескопом Hubble, в том же масштабе.




# «Конская голова»: взгляд сквозь пыль

К 23-й годовщине выхода на околоземную орбиту легендарного телескопа Hubble[1] его рабочая группа направила этот инструмент на один из наиболее известных объектов дальнего космоса – туманность «Конская голова» (Barnard 33) в созвездии Ориона, находящуюся на расстоянии полутора тысяч световых лет.

В видимом свете туманность выглядит как характерной формы темный контур на фоне светлых газовых облаков, ионизированных излучением близлежащих горячих звезд (они имеют розоватый цвет, поскольку светятся в основном в водородных спектральных линиях Hα и Hβ). Снимки в ближнем инфракрасном диапазоне, доступном камерам обсерватории Hubble, позволяют ученым «заглянуть вглубь» пылевой завесы, где скрываются газово-пылевые сгустки, из которых в будущем сформируются звезды новых поколений. В результате туманность стала похожа на огромное облако дыма, медленно разворачивающееся перед наблюдателями на фоне Вселенной. Тысячелетия спустя его форма уже будет заметно отличаться от нынешней, а примерно через 5 млн. лет «Конская голова» полностью рассеется в окружающем космическом пространстве, заполненном намного более разреженным межзвездным газом.

Изображение составлено из снимков, сделанных в период 22 октября по 7 ноября 2012 г. Камерой широкого поля (Wide Field Camera 3), которую установил на телескопе экипаж шаттла Atlantis в ходе последней ремонтной миссии.[2] Север слева.

*Источник: heic1307 – Hubble Photo Release, 19 April 2013.*

[1] ВПВ №10, 2008, стр. 4; №2-3, 2013, стр. 6

[2] ВПВ №6, 2009, стр. 14

# БУДНИ КОСМИЧЕСКИХ СТАРТОВ

## Как провожают ракеты на космодроме Байконур

Пуск ракеты-носителя – всего лишь финальная часть сложного процесса, включающего в себя испытания, заправку компонентами ракетного топлива и предстартовую подготовку

**Геннадий Понамарев**
**заслуженный испытатель космической техники,**
**ветеран космодрома Байконур**

Старт ракетно-космической системы (РКС) – это одно из наиболее грандиозных зрелищ, доступных человеку. Пуск ракеты-носителя с последующим выведением космического корабля (аппарата) на околоземную орбиту или межпланетную траекторию – всего лишь финальная часть длительного и сложного процесса, включающего в себя испытания ракеты-носителя и космического аппарата на технической позиции, заправку компонентами ракетного топлива и сжатыми газами на заправочной станции космодрома, предстартовую подготовку и заправку ракеты-носителя на стартовой позиции. В данной статье сделана попытка в доступной форме рассказать, как производится такая подготовка на космодроме Байконур, являющемся в данный момент «главными космическими воротами» нашей планеты – на него приходится около трети всех космических стартов в мире.[1]

### Оборудование для подготовки к запуску ракетно-космических систем

Остановимся на отдельных узловых моментах подготовки РКС (ракета-носитель плюс космический аппарат) к пуску со стартовой позиции №1 космодрома Байконур – всемирно известного «Гагаринского старта». Используемое для этих целей специальное технологическое оборудование можно разделить на три большие группы: общетехническое, специальное технологическое и специальное радиотехническое. Из-за ограниченного объема журнальной статьи здесь будут рассмотрены только две первые группы.

Специальное технологическое оборудование предназначено для приема и выгрузки прибывших на Байконур космических кораблей и аппаратов (КА),

[1] В конце XX века первенство по этому показателю принадлежало космодрому Плесецк (Архангельская область, РФ) – ВПВ №2, 2007, стр. 28

ракет-носителей (РН) и долговременных орбитальных станций, последующей их сборки, проведения автономных и комплексных испытаний в монтажно-испытательном корпусе (МИК), а также последующей их заправки компонентами ракетного топлива и сжатыми газами, вывоза, установки и испытаний на стартовой позиции, для проведения предстартовых тестов и пусковых операций.

МИК, расположенный на технической позиции № 2, имеет длину свыше 100 м, ширину около 60 м и примерно 20-метровую высоту. Сравнительно небольшая высота обусловлена тем, что РКС собирается и доставляется на стартовую позицию в горизонтальном положении. В качестве транспортного средства используется железнодорожный транспортно-установочный агрегат лафетного типа. Он же осуществляет подъем РКС с помощью гидравлического механизма в вертикальное положение и ее установку в стартово-пусковое сооружение.

В МИКе работы по подготовке к пуску РН начинаются с выгрузки ракетных блоков из специальных транспортных вагонов, осмотра их внешнего вида с целью выявления механических повреждений, которые могли быть



NASA/Carla Cioffi



Монтажно-испытательный корпус.



Фото: И.Маринин

▲ **Испытательный зал монтажно-испытательного корпуса, в котором размещены отдельные ракетные блоки, а также ракетный пакет РН Р-7А, собранный из боковых блоков, центрального блоков и блока «И».**

полученны во время перевозки по железной дороге. Затем проводятся испытания герметичности топливных баков, трубопроводов и запорной арматуры (электропневмоклапанов) с использованием сжатого воздуха – его в нужном количестве производит компрессорная станция технической позиции. Пневматические испытания заканчиваются зарядкой сжатым газом бортовых баллонов.

Далее следуют автономные электрические испытания, в ходе которых проверяются бортовые источники питания, преобразователи тока и кабельная сеть РН. Следом за автономными испытаниями проводятся комплексные испытания РН на технической и стартовых позициях, включающие имитацию предстартовой подготовки, пуска и полета РН в штатных и аварийных ситуациях.

По той же схеме проводятся испытания космических аппаратов. Поскольку им предстоит длительное пребывание в безвоздушном пространстве, они включают в себя испытания в барокамере с целью проверки их герметичности. Спускаемый аппарат (если космический корабль предназначен для пилотируемых полетов) или герметичный отсек КА дважды заполняют гелием: первый раз – после транспортировки на космодром, второй раз – перед заправкой. Затем КА отправляют в барокамеру для контроля его герметичности с помощью гелиевого течеискателя.

**Монтажно-испытательный корпус – главное сооружение технической позиции космодрома, где производятся расконсервация, сборка и испытания ракет-носителей, а также пристыковка полезной нагрузки.**

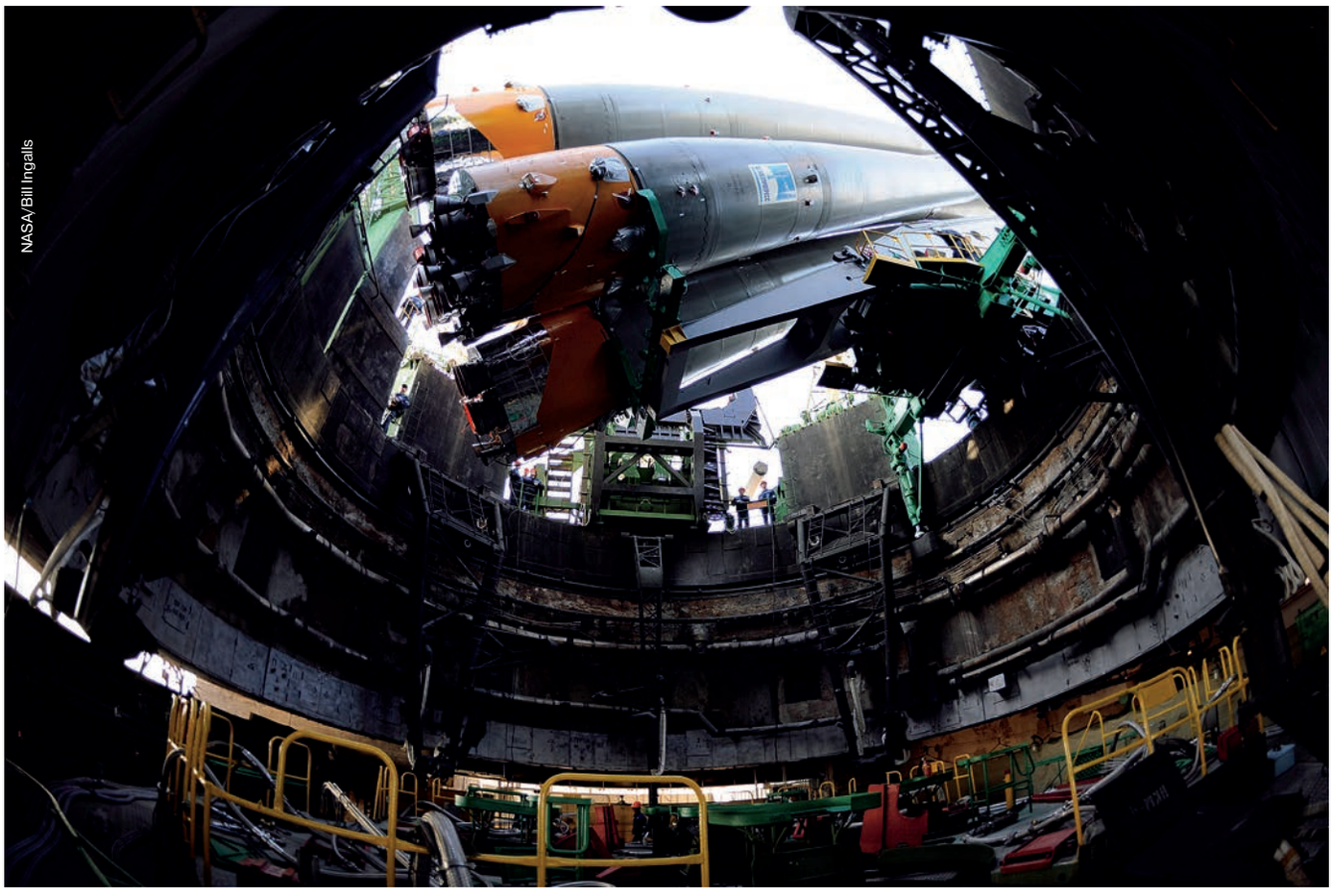
Следующий этап проверки КА – тестирование его радиоаппаратуры в безэховой камере, внутренняя поверхность которой не отражает радиоволн (т.е. имитирующей бесконечное космическое пространство). Затем в специальном транспортировочном контейнере КА отправляют по железной дороге на заправочную станцию.

Компоненты ракетного топлива, предназначенные для заправки в баки двигательной установки КА, должны быть строго дозированы в соответствии с полетным заданием. С этой целью их охлаждают до требуемой температуры заправки, а также осуществляют деаэрацию – удаление газовых пузырьков. Особую опасность такие газообразные включения представляют в условиях невесомости из-за отсутствия четко выраженной границы между жидкой и газовой фазой. В ракетный двигатель могут поступить газы вместо жидкого топлива, и тогда он «захлебывается» газовыми пузырьками – происходит аварийное выключение двигателя. После деаэрации компоненты топлива взвешивают, и только после этого начинается процесс заправки КА. Далее идут заключительные операции, после которых КА в специальном железнодорожном транспортировочном контейнере с заправочной станции отправляют в МИК.

К этому моменту в МИКе уже собрана ракета-носитель. По прибытии заправленного КА его извлекают из контейнера, устанавливают в стапель и накатывают на него головной обтекатель (или «надевают» обтекатель с двигательной установкой системы аварийного спасения – если речь идет о пилотируемом корабле). Затем при помощи 50-тонного мостового крана происходит процесс стыковки КА с РН. После проведения заключительных операций с помощью двух таких кранов осуществляется подъем и перегрузка собранной РКС на лафет транспортно-установочного агрегата (ТУА). В назначенное время вывоза на стартовую позицию (СП) открываются ворота МИКа, и агрегат с уложенной на него РКС на небольшой скорости начинает движение на СП, причем двигательные установки РН «смотрят» вперед.

На стартовой позиции к этому моменту все готово к приему РКС: опорные фермы стартово-пусковой установки (СПУ) разведены, кабель-мачта и заправочная мачта отведены – путь для установки РКС свободен. Не доезжая нескольких метров до СПУ, ТУА с уложенной на его лафете РКС останавливается. Далее он будет двигаться вперед с самой малой скоростью при помощи механизма доводки. Перед началом движения на опорные кронштейны СПУ опускаются гидравлические опоры ТУА, на них подвешивается его рама, а затем ТУА жестко крепится к СПУ. Можно приступать к началу установки РКС на пусковой стол с помощью стрелы подъема. Через непродолжительное время РКС уже стоит вертикально в проеме СПУ.

При посредстве гидроопор и специальных винтовых стяжек производится совмещение осей РКС и СПУ. Только после этой операции на СПУ подается напряжение для включения механизмов подъема четырех опорных ферм. Теперь пусковая установка принимает на себя всю массу РКС. Размыкаются связи РКС с ТУА,


NASA/Bill Ingalls

▲ **Установка ракеты-носителя с кораблем «Союз ТМА-13» на стартовую площадку.**

начинается процесс опускания стрелы последней, затем ТУА отводится на установленное расстояние от СПУ, на которой, в свою очередь, включается система стабилизации РКС, с точностью до нескольких угловых секунд устанавливающая ракету в строго вертикальное положение. После этого на СПУ проводятся генеральные испытания РКС и заключительные предпусковые операции.

Одной из самых важных и ответственных операций на СПУ является заправка РН компонентами ракетного топлива и сжатыми газами. Перед заправкой проводится продувка трубопроводов и бака окислителя (кислорода) нейтральным газом – азотом. Цель продувки – удалить остатки влаги во избежание образования кристаллов льда и ледяных пробок. Заправка баков РН полностью автоматизирована и имеет совершенную систему контроля заправляемого количества каждого из компонентов ракетного топлива. Практически одновременно с заправкой производится настройка приборов системы управления РН на точное выполнение полетного задания.

Если готовится пилотируемый полет, то после заправки РН на СПУ для посадки в космический корабль и проверки его систем прибывают космонавты (с 1973 г. обязательно одетые в скафандры[2]).

Тем временем ферма обслуживания опускается в горизонтальное положение, а почти трехсоттонная РКС зависает на опорных стрелах СПУ. Теперь ракету связывают с Землей электрические разъемы кабель-мачты и заправочная мачта (после окончания заправки керосином и жидким кислородом



[2] ВПВ №8, 2008, стр. 22

производится подпитка кислородных баков РН, чтобы скомпенсировать выброс газообразного кислорода через дренажно-предохранительные клапаны, происходящий из-за нагрева баков при контакте с окружающим воздухом). На «нулевой» отметке СПУ, т.е. в непосредственной близости ракеты-носителя, в это время уже никого не находится: весь боевой расчет, не занятый выполнением пусковых операций, эвакуируется в позиционный район, оборудованный средствами связи и окопами для укрытия людей. На стартовой позиции остаются номера боевого расчета подготовки и пуска, причем только те из них, кто непосредственно занят в пусковых операциях.

## Команды, выдаваемые на запуск ракетно-космической системы

Напряжение ожидания пуска РКС нарастает, становится реально ощутимым, почти материальным. В очень глубоком подземном бетонном бункере установлены два перископа, позволяющие наблюдать ракету и пространство вокруг нее. У одного из них находится так называемый «стреляющий», который и будет отдавать команды на запуск РКС. Им является, как правило, командир отдельной инженерно-испытательной части (ОИИЧ), или начальник научно-испытательного управления, или же один из заместителей главного конструктора. В настоящее время в связи с отсутствием военнослужащих в составе боевого расчета подготовки и пуска на космодроме Байконур функции «стреляющих» выполняют гражданские специалисты.

В руках у «стреляющего» – циклограмма пусковых операций (карточка «стреляющего»), напротив определенных пунктов которой выписаны названия подаваемых им пусковых команд, а также время их подачи и указания, каким хронометром (строго по номеру) пользоваться при данном пуске. Момент пуска просчитывается заранее. Рядом с военным «стреляющим» обычно присутствовал представитель промышленности в должности главного конструктора ракеты-носителя или его заместителя для взаимного контроля правильности и своевременности подачи пусковых команд. Карточка «стреляющего» привязывает все выдаваемые им команды к реальному масштабу времени, вплоть до долей секунды – ошибок или допусков здесь не должно быть. Например, при пуске РКС к Луне отклонение времени старта от заданного всего лишь на одну секунду дает отклонение от расчетного места прилунения в сотни километров.

После объявления 15-минутной готовности к пуску начинается проведение необратимых пусковых операций. «Стреляющий» внимательно осматривает всю ракету и космический корабль, пространство вокруг РКС и стартовую площадку. По громкой связи на СПУ звучит первая пусковая команда: «Ключ на старт!» В гнездо пусковой стойки Ф-337 оператор вставляет ключ со штырьком и поворачивает его. Тем самым включается автоматика подготовки двигательных установок к их запуску.

Этот знаменитый ключ, которым открыл «двери в космос» лейтенант 32-й ОИИЧ Борис Чекунов в 1957 г., прост по исполнению, но имеет солидную «родословную». Место его рождения – Германия, где он впервые был применен на ракетном испытательном полигоне Пенемюнде. Теперь такой ключ в сувенирном исполнении имеется, пожалуй, у каждого из тех, кто десятки лет непосредственно участвовал в работах по подготовке и пуску РКС на космодроме Байконур.




▲ **РКС на стартовой позиции.**

Затем пусковые команды следуют в нарастающем темпе. «Протяжка один» – телеметрическая система РН начинает производить опрос датчиков, проверяя исходное состояние бортовых систем. По команде «Продувка» продуваются азотом магистрали подачи керосина и кислорода в камеры сгорания двигательных установок РН. По команде «Ключ на дренаж» открываются все дренажно-предохранительные клапаны кислородных баков ракеты.

Поскольку жидкий кислород, заправленный в боковые блоки, центральный блок и блок «И» по двухчасовой готовности к пуску, имел температуру -185 °С, то за время дальнейшей подготовки РН к старту он начинает нагреваться и выделять кислородные пары. Если не сбрасывать их в атмосферу, внутренне давление в кислородных баках может превысить допустимое, при котором стенки баков разрушатся, а кислород прольется на поверхность СПУ. Даже при небольшом искрении многочисленных контактов это грозит сильнейшим взрывом и пожаром.

По команде «Наддув» топливные баки РН наддуваются азотом, что позволяет создать подпор давления в баках горючего (керосина) и окислителя

(кислорода) на входе в турбонасосные агрегаты для последующей безостановочной подачи компонентов топлива в камеры сгорания боковых и центрального блоков ракеты-носителя.

Наконец, звучит команда «Пуск!», по которой включается система управления РН. Затем следует команда «Протяжка-два», после которой проверяется состояние бортовых систем. Через некоторый промежуток времени поступает команда «Земля-борт». По этой команде от РН отходят заправочная мачта и кабель-мачта, обрывая последние связи с Землей и переводя электропитание системы управления ракеты с наземных на бортовые источники тока (серебряно-цинковые аккумуляторные батареи). В этот же момент включается временной механизм старта РН – теперь время старта РКС будет соответствовать расчетному с точностью до долей секунды.

Следует очередная пусковая команда: «Зажигание!» Жидкий кислород и керосин за счет запущенных при помощи пускового горючего турбонасосных агрегатов начинают поступать в камеры сгорания ракетных двигателей. После срабатывания пирозажигательных устройств происходит поджиг топливной смеси в камерах сгорания. В этот момент отчетливо видно появление небольшой красноватой вспышки из-под хвостовой части РН.

Спустя мгновение вспышка пламени от начавших работу двигателей превращается в ослепительное пламя ярко-багрового цвета. И вот уже лавина дыма и огня заполняет газоотводящий лоток СПУ, нарастает сильный шум, вскоре становящийся непрерывным грохотом работающих двигателей. Вначале они выходят на режим предварительной тяги, затем – на режим промежуточной тяги. Каждый из четырех двигателей боковых блоков РН Р-7А конструкции Сергея Королева развивает тягу у Земли в 108 тонн. Двигатель центрального блока этой РН имеют несколько меньшую тягу (98 тонн), двигатель третьей ступени или ракетного блока «И», запускающегося после окончания работы центрального блока, развивает тягу 30 тонн.

Венчают циклограмму пуска команды «Главная» (главная ступень тяги) и «Подъем!» В этот момент времени ракетные двигатели выходят на режим номинальной тяги – внешне это выражается в том, что окружающий воздух на достаточно большом расстоянии от места старта РКС буквально рвется на части, вибрирует и дрожит. Вибрируют и отдельные части тела человека, находящегося на расстоянии примерно километра. Это расстояние от стартовой позиции №1 до правительственной смотровой веранды измерительного пункта №1 Байконура, на которой располагаются приглашенные высокопоставленные гости. Языки пламени приобретают сине-фиолетовый цвет. Они истекают со сверхзвуковой скоростью, как бы танцуя в оконечностях факелов раскаленных газов, извергаемых из сопел ракетных двигателей. РН буквально «стоит» на этих языках пламени, медленно двигаясь вверх. Затем она все быстрее набирает скорость...

Через 8 секунд РН совершает программный разворот и вскоре исчезает из поля зрения, оставив после себя на большой высоте белый инверсионный след. Через 120 секунд полета от нее отделяются четыре боковых блока 1-й ступени. Если запуск РКС происходит ранним

**С момента основания космодрома Байконур (2 июня 1955 г.) с него было запущено почти 2 тыс. космических аппаратов различного назначения и более 100 межконтинентальных баллистических ракет**

утром или поздним вечером, на сумеречном небе после этого становится отчетливо виден «ракетный крест». Этот крест из четырех «боковушек», которые ярко освещаются лучами восходящего или заходящего Солнца, искрится-переливается, как серебряный, и поэтому хорошо заметен даже с большого расстояния.

Еще через 20 секунд сбрасывается головной обтекатель с двигательной установкой системы аварийного спасения (если космический корабль был пилотируемым). Следующие 4 минуты будут работать двигатели центрального блока «Ц», а затем запустится последний ракетный блок «И». Через 600 секунд после момента старта КА отделяется от него при помощи пружинного толкателя и выходит на околоземную орбиту.

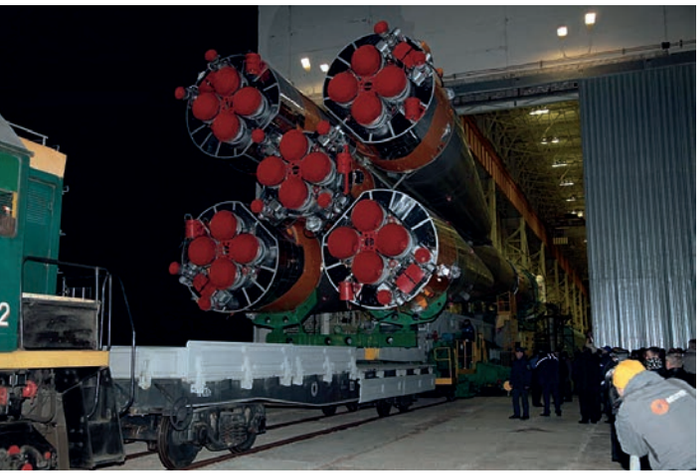
Межпланетные станции выводятся на траекторию полета к цели с опорной промежуточной орбиты. В спускаемом аппарате (СА) пилотируемого корабля сразу же после отделения от блока «И» запускаются часы и глобус, которые точно отслеживают время космического полета и текущее местоположение КА. Останавливаются они в момент контакта СА с земной поверхностью после завершения операций схода с орбиты, спуска и посадки.

Траектория полета КА после отделения 958 от последней ступени ракеты-носителя представляет собой сложную баллистическую кривую, приближающуюся к дуге эллипса. Основным фактором, «формирующим» траекторию, является земная гравитация. Поэтому прямолинейное движение в космическом пространстве – большая редкость: попытки направить КА к цели «по кратчайшему расстоянию» приводили бы к неоправданно большому расходу топлива бортовых двигателей.

Управление космическими кораблями и комплексами (например, пилотируемый космический корабль – орбитальная станция) подразделяется на баллистическое выполнение навигационных задач и анализ функционирования узлов и агрегатов станции и КА различного назначения. Эти задачи могут выполнить только большие коллективы специалистов, организационно объединенные в Центр управления полетами (ЦУП). «Глаза» и «уши» ЦУПа – наземные, корабельные и самолетные пункты слежения и управления. Для согласования оценок происходящих событий вводится система единого времени, при этом точность отсчета допускает погрешность не более стомиллиардной доли секунды. Окончание полета пилотируемого корабля или любого другого возвращаемого аппарата (означающее завершение сопровождения наземными средствами) происходит в момент посадки; миссии большинства спутников и межпланетных станций завершаются после принятия официального решения об их прекращении. А на космодроме уже готовится к старту новая ракета, которая станет очередной ступенькой на пути человечества в Космос. ■

▼ **Сувенирная копия ключа, которым в 1957 г. открыл «двери в космос» лейтенант 32-й ОИИЧ Борис Чекунов.**



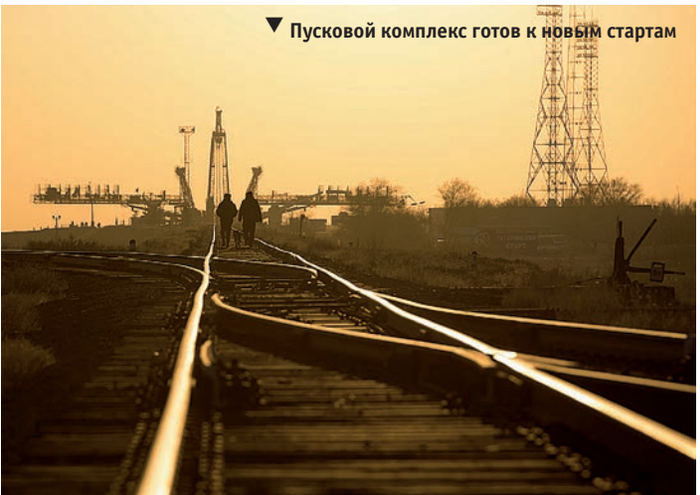


▲ Вывоз собранной РКС из монтажно-испытательного корпуса.





▲ Ракета-носитель с космическим аппаратом транспортируется на стартовую позицию по железной дороге



▼ Пусковой комплекс готов к новым стартам

# Перестановки на МКС

Спускаемый аппарат транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз ТМА-06М» с экипажем 34-й длительной экспедиции на Международную космическую станцию совершил посадку 16 марта в 7 часов 6 минут московского времени в заданном районе Республики Казахстан северо-восточнее города Аркалык. Спуск и приземление прошли в штатном режиме, но из-за неблагоприятных погодных условий в районе посадки ее пришлось отложить на сутки. На Землю вернулись космонавты «Роскосмоса» Олег Новицкий (командир ТПК), Евгений Тарелкин (бортинженер) и астронавт NASA Кевин Форд (Kevin Anthony Ford). Для россиян эта экспедиция была первой в их космической карьере, для их американского коллеги – второй.

После их отбытия на станции остался экипаж в составе бортинженеров Романа Романенко («Роскосмос»), Томаса Маршберна (Thomas Marshburn, NASA) и командира – астронавта Канадского космического агентства Криса Хэдфилда (Chris Hadfield).

Запуск ТПК «Союз ТМА-06М» с космодрома Байконур был осуществлен 23 октября 2012 г. Это был 116-й старт корабля «Союз», первый полет которого состоялся в 1967 г.[1] На борту МКС Новицкий и Тарелкин участвовали в выполнении около 50 экспериментов по российской программе научно-прикладных исследований и экспериментов.

28 марта 2013 г. в 20:43:20 UTC (29 марта в 0 часов 43 минуты 20 секунд московского времени) с ПУ № 5 площадки № 1 космодрома Байконур осуществлен пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» с ТПК «Союз ТМА-08М». Через 9 минут корабль отделился от последней ступени носителя и вышел на околоземную орбиту. «Союз» пилотировал экипаж в составе Павла Владимировича Виноградова (командир корабля, бортинженер МКС-35, командир МКС-36, Россия), Александра Александровича Мисуркина (бортинженер корабля и МКС-35/36, Россия) и Кристофера Кэссиди (Christopher John, США, бортинженер корабля, бортинженер МКС-35/36). Павел Виноградов отправился в космос третий раз, Крис Кэссиди – второй, для Александра Мисуркина эта космическая экспедиция стала первой.

Основные задачи полета:

- Стыковка корабля с Международной космической станцией;
- Работа экипажа в составе экспедиции МКС-35;
- Продолжение работы по программе экспедиции МКС-36;
- Возвращение на Землю трех членов экипажа МКС-36 на корабле «Союз ТМА-08М».

Планируемая продолжительность полета – 168 суток.

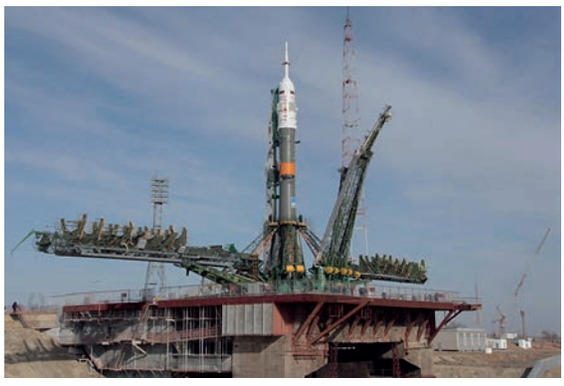
9 марта 2013 г. в 02:28 UTC «Союз ТМА-08М» в автоматическом режиме пристыковался к малому исследовательскому модулю «Поиск» (МИМ2) российского сегмента МКС. Впервые сближение пилотируемого корабля с орбитальным комплексом проходило по так называемой быстрой схеме: от момента старта до прибытия на станцию прошло всего 5 часов 44 минуты. Быстрее до пункта назначения добирался лишь экипаж американского корабля Gemini 11 в 1966 г. (1 час 34 минуты 16 секунд) и запущенный в том же году Gemini 12 (3 часа 46 минут). Абсолютный же рекорд принадлежит беспилотному аппарату, отправленному на орбиту в 1968 г. под названием «Космос-213». Через 46 минут после старта он состыковался со спутником «Космос-212».

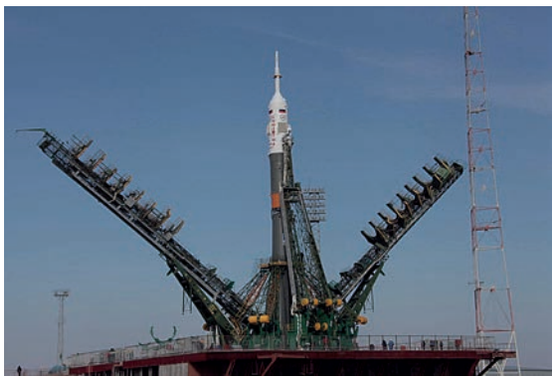
29 марта в 04:35 UTC экипаж ТПК «Союз ТМА-08М» перешел на борт МКС. С этого момента экспедиция МКС-35 под командованием Криса Хэдфилда начала работу в полном составе. В соответствии с программой членам экспедиции предстоит выполнить серию научно-технических экспериментов, подготовиться к приему двух российских транспортных кораблей «Прогресс М-М», пилотируемого корабля «Союз ТМА-09М», европейского грузового корабля ATV-4 Albert Einstein (его старт предварительно намечен на начало июня), а также проводить на Землю экипаж «Союза ТМА-07М».

[1] ВПВ №11, 2007, стр. 27



Подъем РКС с использованием транспортно-установочного агрегата (ТУА).



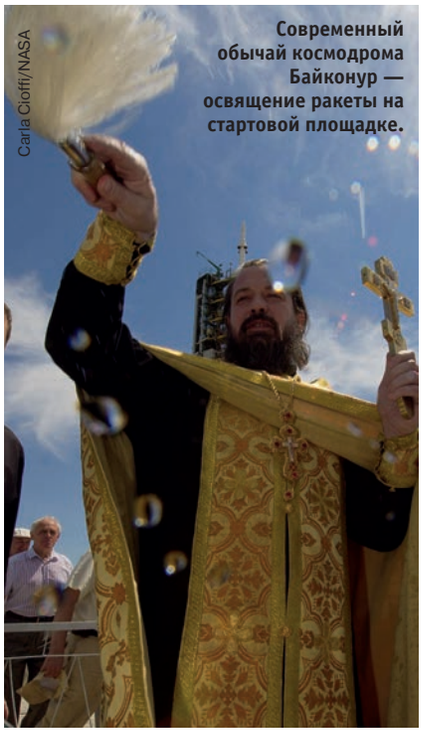




▲ Ракета-носитель в фермах обслуживания

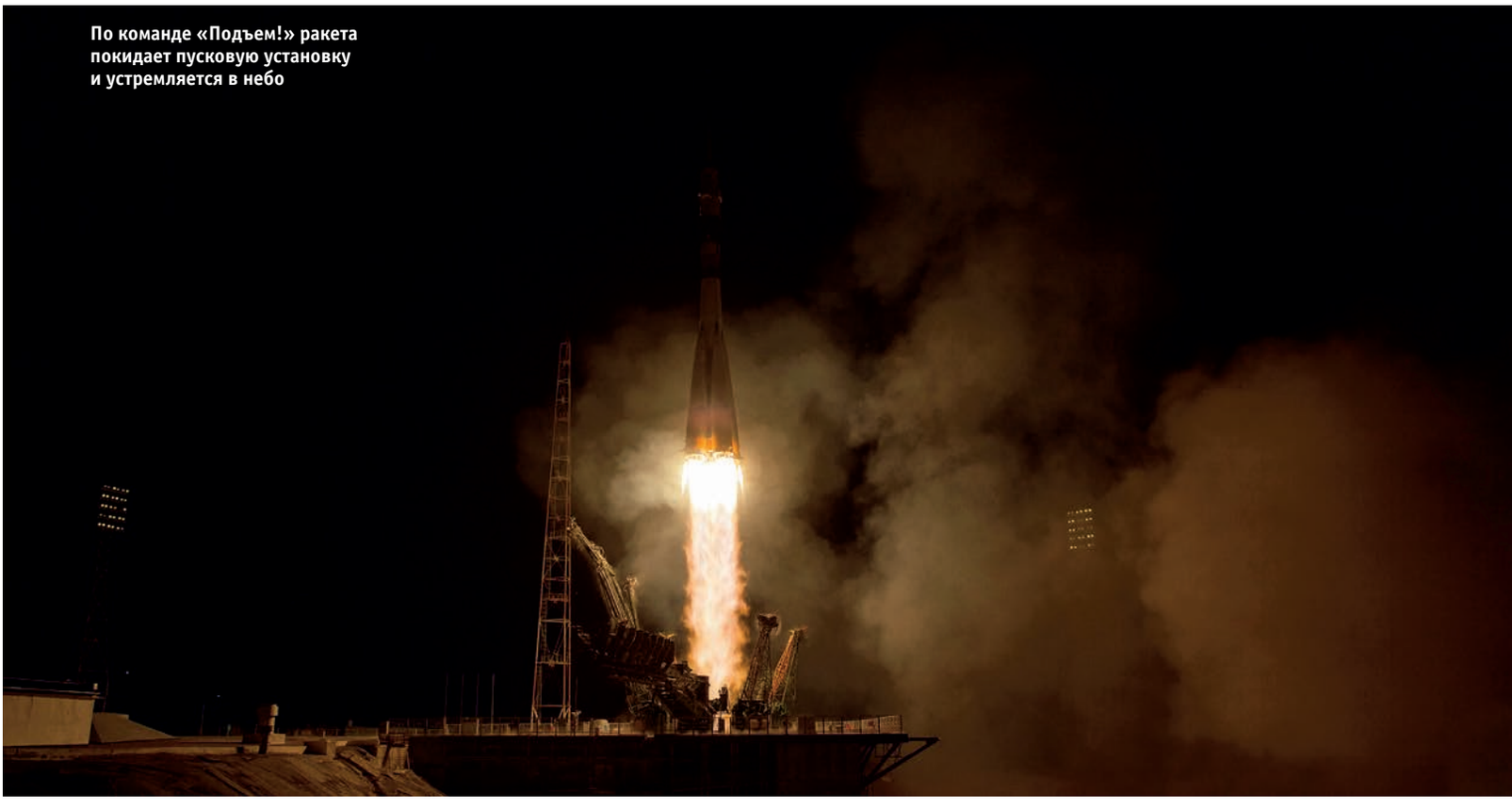



Экипаж готовится занять места в космическоом корабле «Союз ТМА-08М»

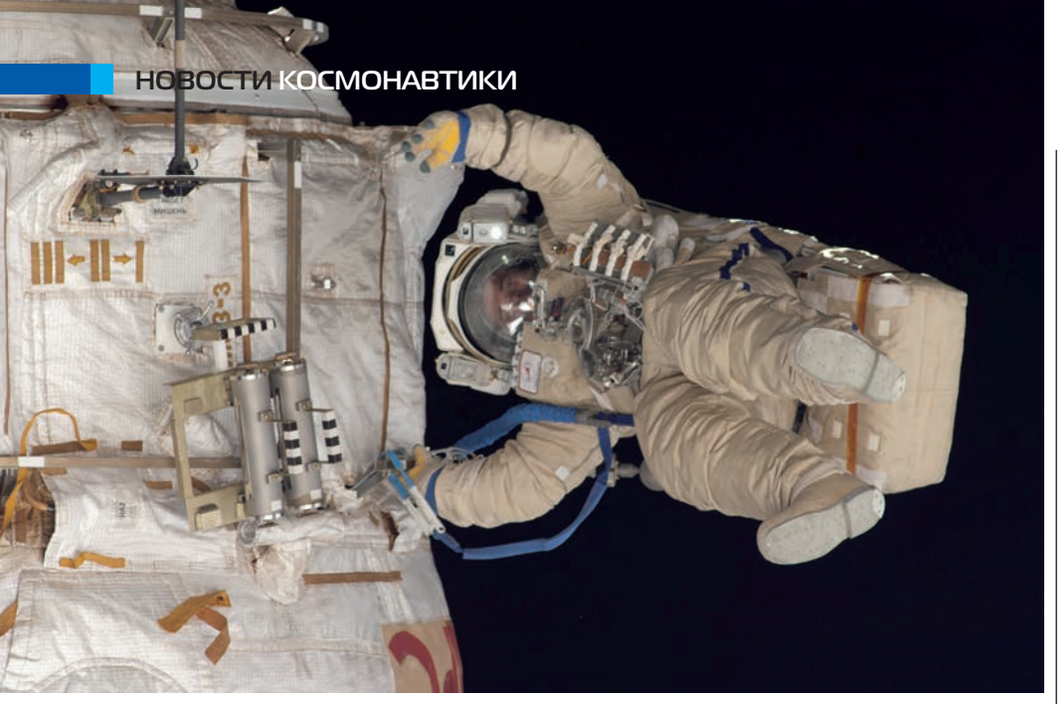


Carla Cioffi/NASA

Современный обычай космодрома Байконур — освящение ракеты на стартовой площадке.



По команде «Подъем!» ракета покидает пусковую установку и устремляется в небо



▲ **Российский космонавт Роман Романенко совершает выход за пределы Международной космической станции 19 апреля 2013 г. Это первый выход в открытый космос в текущем году и в ходе экспедиции МКС-35. Он продолжался более шести часов и имел целью замену оборудования на внешней поверхности орбитального комплекса.**

# Самый старый участник «космической прогулки»

Российский космонавт Павел Виноградов, родившийся 31 августа 1953 г., стал самым старым жителем планеты Земля, побывавшим в открытом космосе. Выход в космос (38-й по счету из российского сегмента МКС), осуществленный из люка стыковочного отсека «Пирс» в скафандрах «Орлан-МК», начался 19 апреля в 14:03 UTC. Вместе с Виноградовым в нем участвовал Роман Романенко – второй российский потомственный космонавт.[1]

В соответствии с программой работ на агрегатном отсеке служебного модуля «Звезда» космонавты смонтировали и подключили оборудование космического эксперимента «Обстановка»[2] и заменили мишень видеометра для обеспечения стыковки европейского транспортного корабля ATV. Работы продолжились на внешней поверхности отсека «Пирс», где Виноградов и Романенко демонтировали контейнер №2 научной аппаратуры «Биориск-МСН». Затем с модуля МИМ-2 «Поиск» была снята панель эксперимента «Выносливость» с образцами материалов, находившихся в открытом космосе в течение года с целью проверки влияния на них экстремальных условий безвоздушного пространства и космической радиации. К сожалению, эта панель в ходе дальнейших операций была потеряна и отправилась в самостоятельный полет по околоземной орбите. Согласно расчетам баллистиков, через несколько месяцев она затормозится верхними слоями атмосферы и сгорит в них.

Выходной люк был закрыт в 20:40 UTC. Продолжительность пребывания космонавтов за пределами станции составила 6 часов 37 минут. Для Павла Виноградова этот выход в открытый космос был седьмым, для Романа Романенко – первым.

[1] Первым в мире космонавтом во втором поколении в апреле 2008 г. стал Сергей Волков (сын Александра Волкова) – ВПВ №5, 2008, стр. 18
[2] ВПВ №2-3, 2013, стр. 30

# Российский узловой модуль полетит на МКС

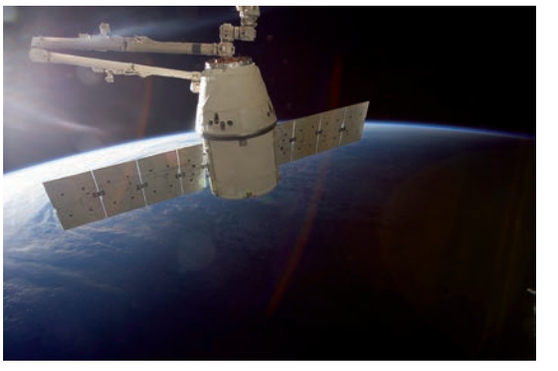
Ракетно-космическая корпорация «Энергия» в настоящее время осуществляет сборку и оснащение Узлового модуля, запуск которого на Международную космическую станцию должен состояться 24 июня 2014 г. Передним стыковочным узлом он причалит к модулю «Наука», к боковым узлам впоследствии будут пристыкованы научно-энергетические модули, задний используют для стыковки с кораблями «Союз» или «Прогресс».

На данный момент изготовлены макет Узлового модуля для статических испытаний, корпуса динамического макета и штатного изделия. Статический макет прошел испытания в РКК «Энергия» и ЦНИИмаше.

# Dragon вернулся на Землю

Автоматический транспортный корабль Dragon компании SpaceX 26 марта в 08:11 UTC при помощи дистанционного манипулятора Canadarm2 был отстыкован от модуля Harmony американского сегмента Международной космической станции. В 10:56 UTC корабль отделился от манипулятора и ушел в автономный полет. В тот же день около 16:35 UTC он приводнился в восточной части Тихого океана, примерно в 400 км от побережья штата Калифорния, в точке с координатами 30,52° с.ш. и 120,04° з.д. Посадка прошла успешно. Через несколько часов Dragon был поднят на борт специального судна-спасателя. Это был четвертый орбитальный полет частного космического корабля и второй – в рамках соглашения с NASA по снабжению МКС и доставке на Землю результатов научных экспериментов.[3]

[3] ВПВ №12, 2010, стр. 4; №6, 2012, стр. 4; №4, 2013, стр. 30



▲ **Один из кадров «фотосессии», документирующей процесс отстыковки и отделения грузового корабля Dragon частной компании SpaceX от Международной космической станции. Корабль, загруженный отработанными материалами и результатами космических экспериментов, прикреплен к манипулятору CanadArm2.**



▲ **После отделения от манипулятора и тормозного импульса бортовых ракетных двигателей «грузовик» сошел с орбиты и приводнился в Тихом океане.**

# Пуск ракеты «Циклон-4» откладывается




Первый пуск тяжелой укра-инской ракеты-носителя «Циклон-4» с бразильского космодрома в Алкантаре отложен на конец 2014 г.

Договор между Украиной и Бразилией о долгосрочном сотрудничестве по использованию ракеты-носителя «Циклон-4» на пусковом центре Алкантара был подписан 21 октября 2003 г. Строительство стартового комплекса в Бразилии началось в сентябре 2010 г. Проектом предусмотрено создание космического пускового центра на территории уже действующего космодрома. Первый запуск ракеты-носителя «Циклон-4» ранее планировался на вторую половину 2010 г., однако уже несколько раз откладывался.

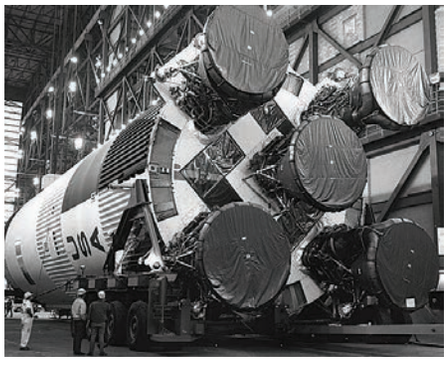
# В 2014 г. NASA получит $17,7 млрд.

Проект бюджета США на 2014-й финансовый год предполагает, что космическое ведомство получит $17,7 млрд. Такая же сумма запрашивалась в прошлом году. При этом, по разным оценкам, фактический бюджет NASA в 2013 г. составит лишь $16,6 млрд. В свою очередь, в пределах бюджета на научные программы должно быть выделено чуть больше $5 млрд., в том числе $1,22 млрд. – на планетологические исследования (против $1,5 млрд., фактически потраченных в 2012 г.). На работы по программе МКС предполагается направить около $3 млрд., на программу развития коммерческих космических полетов – $821,4 млн.

Проект бюджета, в частности, предполагает продолжение финансирования действующих и будущих марсианских миссий, а также космического телескопа James Webb,[4] запуск которого запланирован на 2018 г. Кроме того, NASA рассчитывает получить начальное финансирование проекта по захвату и транспортировке к орбите Луны небольшого астероида. Как сообщалось ранее, проект, разработанный Институтом космических исследований Кека, включает в себя захват 500-тонного астероида размером около семи метров с помощью специального «мешка» и последующую буксировку его на окололунную эллиптическую орбиту или в точку Лагранжа $L_2$ системы «Луна-Земля».[5] Общая стоимость проекта может составить $2,65 млрд.

[4] ВПВ №10, 2009, стр. 9
[5] ВПВ №1, 2013, стр. 24

# Двигатели Saturn V подняты со дна Атлантики



▲ Первая ступень ракеты-носителя Saturn V в сборочном комплексе на мысе Канаверал.



▲ На дне Атлантики обломки ракеты Saturn V пролежали почти 44 года.



▲ Часть двигателя F-1 после подъема со дна океана.

Экспедиция, организованная основателем интернет-магазина Amazon Джеффом Безосом (Jeff Bezos), подняла со дна Атлантического океана компоненты двигателей F-1 ракеты-носителя Saturn V, которая применялась для вывода на траекторию полета к Луне кораблей Apollo.[6]

Около года назад Безос, возглавляющий также космическую компанию Blue Origin, заявил о намерении поднять со дна Атлантики реактивные двигатели, которыми были оснащены американские лунные ракеты. На каждой из них устанавливалось пять таких двигателей. Отдельно взятый двигатель F-1 имел тягу 690 тонн – больше, чем все три главных двигателя системы Space Shuttle, вместе взятые. Это почти вдвое превышает тягу всей двигательной установки российской ракеты «Союз» (первая и вторая ступени, 32 камеры сгорания), имеющей величину 407 тонн.

20 марта на сайте экспедиции Безоса появилось сообщение, что после трех недель работы на глубине почти 5 км подводные роботы подняли на поверхность достаточно компонентов двигателей, чтобы собрать из них два экземпляра, пригодных для дальнейшей реставрации.

Глава NASA Чарльз Болден (Charles Bolden) поздравил команду энтузиастов с успехом. «Мы с нетерпением ожидаем дальнейшей реставрации этих двигателей усилиями группы Безоса и аплодируем желанию Джеффа сделать эти исторические артефакты доступными для публики», – говорится в заявлении Болдена.

*Источник: bezosexpeditions.com*

[6] ВПВ №6, 2005, стр. 30; №4, 2012, стр. 15

# КНИГИ НА АСТРОНОМИЧЕСКУЮ ТЕМАТИКУ

ХИТ!




35 грн.

ОК13. **Одесский астрономический календарь на 2013 г.**

ХИТ!




35 грн.

ГАО13 (Укр). **Астрономічний календар на 2013 р. (ГАО НАНУ).**

ХИТ!




230 грн.

Г022. **Грин Б. Скрытая реальность.** Автор рисует удивительно богатый мир мультивселенных и предлагает читателям проследовать вместе с ним через параллельные вселенные по пути, ведущему к познанию истины.

ХИТ!




130 грн.

В010. **Виленкин А. Мир многих миров.** В своей популярно написанной книге профессор университета Тафтса (США) Алекс Виленкин знакомит читателя с последними научными достижениями в сфере космологии и излагает собственную теорию, доказывающую возможность и даже вероятность существования бесчисленных параллельных вселенных. Выводы из его гипотезы ошеломляют...




100 грн.

А030. **Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А. Д. Космология и физический вакуум.** В этой книге идет речь о гипотезе космического вакуума, о многомерных космологических моделях (как с компактифицированными, так и с макроскопическими дополнительными измерениями), а также о других идеях, возникших в физике под влиянием новейших открытий в космологии.




100 грн.

Б025. **Бернацкий А. Таинственная планета Земля.** Наша планета хранит еще немало тайн. Эта книга рассказывает об удивительных, порой непостижимых явлениях, наблюдаемых в атмосфере, гидросфере и литосфере Земли. Ученые пытаются найти им объяснение, одна гипотеза сменяет другую. Но до сих пор однозначного решения загадок планеты по имени Земля у них нет.




110 грн.

Б027. **Бороденко В.А. От Большого взрыва к жизни. Экскурс в мироздание.** В настоящей книге кратко излагаются сведения о том, как и когда возникла наша Вселенная, Солнечная система, как зарождалась и развивалась жизнь на Земле, как познавался во многом еще малоизученный мир.




70 грн.

В030. **Вайнберг С. Мечты об окончательной теории.** В своей книге автор дает ответ на интригующие вопросы: «Почему каждая попытка объяснить законы природы указывает на необходимость нового, более глубокого анализа? Почему самые лучшие теории не только логичны, но и красивы? Как повлияет окончательная теория на наше философское мировоззрение?»




30 грн.

Г011. **Гамов Д. Моя мировая линия: неформальная автобиография.** Автор крупных открытий в области теоретической физики, а также блестящий популяризатор науки. Мы рады познакомить читателя с его автобиографией, написанной в увлекательной форме. Для читателей физиков и нефизиков, интересующихся историей физики и жизнью замечательных ученых.




70 грн.

Г030. **Голдберг Д. Вселенная. Руководство по эксплуатации. Как выжить среди черных дыр, временных парадоксов и квантовой неопределенности.** Эта книга – идеальный путеводитель по самым интригующим вопросам современной физики. Юмор, парадоксальность, увлекательность и доступность изложения ставят эту книгу на одну полку с бестселлерами Я.Перельмана, С.Хокинга, Б.Брайсона и Б.Грина.




220 грн.

Г020. **Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности.** Брайан Грин – один из ведущих физиков современности – приглашает нас в очередное удивительное путешествие вглубь мироздания, которое поможет нам в совершенно ином ракурсе взглянуть на окружающую нас действительность. В книге рассматриваются фундаментальные вопросы, касающиеся классической физики, квантовой механики и космологии.




145 грн.

Г021. **Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории.** Сочетая научное осмысление и изложение, столь же элегантное, как и объяснения, даваемые теорией, автор срывает завесу таинства с теории струн, представляя миру Вселенную, состоящую из 11 измерений, в которой ткань пространства рвется и восстанавливается, а вся материя порождена вибрациями микроскопических петель энергии.




65 грн.

З030. **Захаров В. Тяготение. От Аристотеля до Эйнштейна.** В этом учебном пособии излагается релятивистская механика. Основное внимание уделяется теории тяготения и космологии. Книга рассчитана на преподавателей и студентов вузов; также будет полезна учителям и учащимся старших классов.



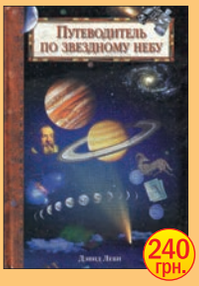

120 грн.

И010. **Идлис Г.М. Революции в астрономии, космологии и физике.** В книге в качестве последовательных переломных этапов в развитии естествознания выделены четыре глобальные естественнонаучные революции (аристотелевская, ньютоновская, эйнштейновская и постэйнштейновская). Каждая из них одновременно происходила в астрономии, космологии и физике, сопровождаясь радикальным изменением космологических представлений и физического фундамента.




260 грн.

К020. **Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии.** В справочнике излагаются задачи и методы современной астрономии, дается описание небесных объектов – звезд, планет, комет и др. Описываются методы астрономических наблюдений, доступные любителям. Обширный справочный материал полностью обновлен и отражает последние достижения. Справочник предназначен для астрономов-любителей, преподавателей астрономии, участников астрономических кружков, лекторов.




240 грн.

Л040. **Леви Д. Путеводитель по звездному небу.** Путеводитель по завораживающим красотам ночного небосклона. Помимо карт звездного неба, книга содержит сведения об интереснейших астрономических объектах, рекомендации по их наблюдениям, а также описания необходимых инструментов.




70 грн.

П010. **Перельман Я.И. Занимательная астрономия.** В увлекательной форме рассказано о важнейших явлениях звездного неба. Многие явления, кажущиеся привычными и обыденными, показаны с совершенно новой и неожиданной стороны, раскрыт их действительный смысл. Развернута широкая картина мирового пространства и происходящих в нем удивительных явлений, возбуждающих интерес к удивительной науке – астрономии.




85 грн.

П025. **Перельман М. Наблюдения и озарения, или Как физики выявляют законы природы. От Аристотеля до Николы Теслы.** Все мы знакомы с открытиями, ставшими заметными вехами на пути понимания человеком законов окружающего мира: начиная с догадки Архимеда о величине силы, действующей на погруженное в жидкость тело, и заканчивая новейшими теориями скрытых размерностей пространства-времени.




85 грн.

П026. **Перельман М. Наблюдения и озарения, или Как физики выявляют законы природы. От кванта до темной материи.** Книга не просто захватывает – она позволяет почувствовать себя посвященными в великую тайну. Вместе с автором вы будете восхищаться красотой мироздания и удивляться неожиданным озарениям, которые помогут эту красоту раскрыть. Эта книга рассказывает о вещах, которые мы не можем увидеть, не можем понять с точки зрения обыденной, бытовой логики.




85 грн.

П027. **Перельман М.Е. І. А ПОЧЕМУ ЭТО ТАК?** Физика вокруг нас в занимательных беседах, вопросах и ответах. В книге собрано более 400 задач-вопросов по физике (вместе с ответами), которые чаще всего возникают или, по крайней мере, должны возникать у каждого любознательного подростка при взгляде вокруг себя.

***Общая стоимость заказа будет состоять из суммарной стоимости книг по указанным ценам и платы за почтовые услуги.**

**www.universemagazine.com**

# КНИГИ НА АСТРОНОМИЧЕСКУЮ ТЕМАТИКУ



160 грн.

С042. **Сурдин В.Г. Разведка далеких планет.** Мечта каждого астронома – открыть новую планету. Раньше это случалось редко – одна-две за столетие. Но в последнее время планеты открываются часто. В книге рассказано о том, как велись и ведутся поиски планет в Солнечной системе и за ее пределами.



110 грн.

Х020. **Хван М.П. Неистовая Вселенная: От Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн.** Рассматриваются проблемы рождения нашей Вселенной в результате Большого взрыва, исследуется финальная стадия эволюции звезд, космический вакуум как антигравитация.



230 грн.

Д009. **Данлоп С. Атлас звездного неба.** Атлас предназначен для того, чтобы обеспечить любителей астрономии всей необходимой информацией, позволяющей им легко прокладывать путь по ночному небу. Он включает карты, охватывающие большие участки неба, и более детальные карты каждого созвездия в отдельности.

## КАК ЗАКАЗАТЬ

### В УКРАИНЕ*

(063) 073-68-42;
(067) 370-60-39

02152, Киев,
Днепровская набережная,
1-А, офис 146.

info@universemagazine.com
www.universemagazine.com

### В РОССИИ**

(499) 253-79-98;
(495) 544-71-57

123056, Москва,
М. Тишинский пер., д. 14/16

elena@astrofest.ru
www.sky-watcher.ru/shop
www.telescope.ru



65 грн.

П028. **Перельман М.Е. II. А ПОЧЕМУ ЭТО ТАК?** Физика в гостях у других наук в занимательных беседах, вопросах и ответах. В книге собрано более 400 задач-вопросов по физике, а также биологии, географии и астрономии (вместе с ответами).



80 грн.

П032. **Попова А.П. Занимательная астрономия.** В книге представлен увлекательный материал в игровой форме: «Что? Где? Когда?», кроссвордов и чайнвордов, тестов, детективных астрономических текстов в стихотворной форме и занимательных вопросов. Читатель совершит интересное путешествие в мир небесных тел и явлений, узнает историю космических открытий и т.п.



80 грн.

П050. **Покровский В.В. Космос, Вселенная, теория всего почти без формул.** Когда и как появилось понятие «естествознание» в современной его трактовке? Оказывают ли материальные тела влияние на время? Можно ли создать черную дыру искусственно? Что было в начале Вселенной? Будет ли расширение Вселенной продолжаться бесконечно? Почему мы не замечаем остальных измерений?



120 грн.

П052. **Поляхова Е.Н. Космический полет с солнечным парусом.** Излагается теория космического полета с двигателем особого типа – солнечным парусом, создающим малую, но непрерывно действующую тягу благодаря давлению на него солнечного света. Рассматриваются полеты с солнечным парусом как в околоземном пространстве, так и в направлении Солнечной системы, например к Марсу...



50 грн.

С025. **Ситников В.П. Я познаю мир. Кто есть кто в мире звезд и планет.** Из чего сделаны звезды? Светит ли Солнце все время одинаково? Могут ли столкнуться планеты? На какой планете самые высокие горы? Почему двигаются материки? Что такое сейсмический пояс? Как метеорологи предсказывают погоду? В книге есть ответы на эти и многие другие вопросы. Каждый почемучка с удовольствием изучит ее от корки до корки!



155 грн.

С037. **Сурдин В.Г. Звезды.** Третья книга из серии «Астрономия и астрофизика» содержит обзор современных представлений о звездах. Рассказано о названиях созвездий и именах звезд, о возможности их наблюдения ночью и днем, об основных характеристиках звезд и их классификации



90 грн.

С050. **Семке А. Увлекательная астрономия.** Предлагаемая юным читателям книга познакомит их с мифами, легендами разных народов о звездах, происхождении Земли и Вселенной. Интересные факты, задачи и практические работы повысят мотивацию к изучению астрономии.



180 грн.

С041. **Сурдин В.Г. Путешествия к Луне: Наблюдения, экспедиции, исследования, открытия.** Книга рассказывает о Луне: о ее телескопических наблюдениях, об изучении ее поверхности и недр автоматическими аппаратами и о пилотируемых экспедициях по программе Apollo. Приведены исторические и научные данные о Луне, фотографии и карты ее поверхности, описание космических аппаратов. Обсуждаются возможности дальнейшего исследования Луны, перспективы ее освоения.



50 грн.

С060. **Ситников В.П., Шалаева Г.П., Ситникова Е.В. Кто есть кто в мире звезд и планет.** Из чего сделаны звезды? Светит ли Солнце все время одинаково? Могут ли столкнуться планеты? На какой планете самые высокие горы? Почему двигаются материки? Чо такое сейсмический пояс? Что вызывает приливы? Как метеорологи предсказывают погоду? Ответы на эти и другие вопросы вы найдете в этой книге.



70 грн.

Ц025. **Циолковский К.Э. Труды по воздухоплаванию.** Работы выдающегося русского и советского ученого, основоположника современной космонавтики открыли новую страницу техники без существенного применения достижений в области математики и механики. Автор использовал в своих трудах лишь арифметику, алгебру и начала анализа бесконечно малых величин, обосновав с помощью них всю ракетную технику...



75 грн.

Ч012. **Чернин А.Д. Физика времени.** Понятие времени – одно из самых фундаментальных в нашей системе знаний. В простой и наглядной форме, без использования математических формул автор рассказывает о развитии научных представления о нем, об основных идеях современной физической концепции времени. Дается изложение важнейших вопросов физики, связанных с природой времени: однородность времени и закон сохранения энергии, относительность одновременности, прошлое и будущеы Вселенной, стрела времени....



65 грн.

Ч020. **Чернин А.Д. Звезды и физика.** Пульсары, вспыхивающие рентгеновские звезды, удивительная звезда SS 433, короны галактик, квазары, реликтовое излучение – главные темы настоящей книги. Предназначена для студентов, преподавателей и широкого круга заинтересованных читателей.



105 грн.

Ч025. **Черепащук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры.** Человека всегда интересовало, где он живет, откуда все появилось, есть ли жизнь на Марсе и что со всем этим будет дальше. В книге изложено современное представление о возникновении и развитии Вселенной; о том, как ведутся поиски жизни вне Земли и о результатах этих поисков; о фантастических свойствах черных дыр и о том, как их находят и «взвешивают»; о самых последних открытиях в астрофизике.



350 грн.

У010. **Ульмшнайдер П. Разумная жизнь во Вселенной.** Автор пытается объединить знания, накопленные человечеством в различных областях – астрофизике, биохимии, генетике, геологии. Но в книге, как и в современной науке, нет ответа на вопрос, что же такое разум и какова вероятность возникновения разумной жизни во Вселенной.



240 грн.

Э010. **Под ред. Джорджа Эллиса. Далекое будущее Вселенной.** Просуществует ли Вселенная еще сто миллиардов лет? Не превратится ли наше нынешнее пространство в некое иное пространство с иными физическими законами? Можем ли мы представить богословие будущей вселенной? Ведущие богословы, философы и ученые вместе обсуждают далекое прошлое и далекое будущее...



70 грн.

Я040. **Янчилина Ф. По ту сторону звезд.** Что начинается там, где заканчивается Вселенная? В книге в живой и увлекательной форме рассказывается о самых тонких и сложных проблемах космологии и физики микромира. Книга написана так, что, с одной стороны, она будет интеерсна специалистам, а с другой стороны – понятна и доступна читателям без физико-математического образования и даже школьникам.

****Информацию о ценах для России, а также информацию о формате книг, переплете и количестве страниц, вы найдете на нашем сайте**
**www.universemagazine.com**

# Россияне отправятся на «марсианскую» станцию

Российская команда Team Russia 16 апреля отправилась в американский штат Юта, чтобы впервые принять участие в международной программе по моделированию жизни колонистов Марса.

Team Russia станет 129-м «экипажем» и первой российской командой Марсианской пустынной исследовательской станции (Mars Desert Research Station), открытой в 2002 г. Шесть ее членов, среди которых имеются врач, журналист, инженер и геолог, проведут в изоляции на MDRS две недели с 20 апреля по 4 мая, занимаясь медицинскими, астрономическими и геологическими исследованиями.

Команда, помимо прочего, собирается испытать новый образец «Селенохода» – самоходного лунного робота, с которым несколько членов Team Russia участвуют в международном конкурсе Google Lunar X-PRIZE.[1] По условиям конкурса, организованного в 2007 г. фондом X-PRIZE при поддержке компании Google, участники должны за счет частных средств создать беспилотный аппарат, который до конца 2015 г. достигнет лунной поверхности и проедет по ней как минимум 500 м, передав на Землю фотографии и видеозаписи высокого разрешения.




**▲ Президент Марсианского общества доктор Роберт Зубрин (Robert Zubrin) – на снимке второй слева – встретился с членами российской команды после их прибытия на Марсианскую пустынную исследовательскую станцию и представил им свою книгу «Марсианский вариант» («The Case for Mars»).**

Моделирование жизни колонистов на станции представляет собой долгосрочный международный эксперимент Марсианского общества – общественной организации со штаб-квартирой в США, членами которой к настоящему времени стали около 4 тыс. человек из 50 стран мира.

[1] ВПВ №10, 2007, стр. 16; №4, 2012, стр. 14

**▼ Висконсинский Университет (University of Wisconsin, Madison) выиграл конкурс X-Hab (eXploration Habitat Innovation Challenge), организованный NASA с целью создания прототипа обитаемого модуля, который можно было бы с наименьшими затратами развернуть на поверхности другой планеты. Сконструированный командой из Висконсина модуль, показанный на фотографии, задействовали в полевых научно-технологических исследованиях DRATS (Desert Research and Technolgy Studies) в 2011 г.**



# Поиски марсианской жизни продолжаются

Анализ образцов породы, полученных при бурении камня John Klein инструментами марсохода Curiosity,[1] показал наличие в марсианской почве воды, углекислого газа, кислорода, сероводорода и сернистого газа ($SO_2$). Эти вещества выделились из образца при нагревании. Результаты поиска высвобождающих при высокой температуре водных паров согласуются с фактом наличия в составе проанализированных пород иловидного смектита (глинистого минерала из группы алюмосиликатов, образующегося в присутствии жидкой воды).

Анализ проводился с использованием прибора Sample Analysis at Mars (SAM). На первом этапе порция измельченного образца нагревалась в кварцевой печке до 835 °C, а выделяющиеся при этом газы идентифицировались с помощью квадрупольного масс-спектрометра (QMS), обнаружившего признаки наличия более пятисот химических соединений, в том числе воды, углекислого газа, азота, кислорода, а также окисленной и восстановленной формы серы – сернистого газа и сероводорода.

На втором этапе анализу была подвергнута часть освобожденного при нагревании образцов газа. При этом был задействован перестраиваемый лазерный спектрометр (TLS) для измерения содержания изотопов углерода, кислорода и водорода. Соотношение дейтерия – изотопа водорода с атомной массой 2 – и наиболее распространенного в природе протия (обычного «легкого» водорода) оказалось ниже, чем аналогичное отношение дейтерия и протия в образцах из штрека Rocknest. Высокое соотношение дейтерий/протий в составе воды, содержащейся в атмосфере Марса, является следствием того, что более легкая «разновидность» водорода быстрее рассеивается в космическом пространстве. Таким образом, измерение этого соотношения в воде, входящей в состав скальных пород, может стать одним из инструментов для их датировки.

На третьем этапе анализа этот же газ закачивался в третий блок SAM – газовый хроматограф. Компоненты газовой смеси отделялись друг от друга в длинной капиллярной колонке этого инструмента, а затем попадали в QMS, являющийся, по существу, главным инструментом для поиска органических соединений – возможных «следов» марсианской жизни.

Выяснилось, что среди входящих в состав образца пород имеются как окисленные формы, так и восстановленные. Это несложно заметить даже при простом взгляде на него: «свежедобытый» грунт имеет серый цвет, тогда как поверхность пробуренной скалы выглядит оранжеватой благодаря наличию железа с более высокой степенью окисления (трехвалентного). Одновременное присутствие разноокисленных компонентов создает так называемый «химический градиент» – между ними могут протекать реакции, способные обеспечивать энергией потенциальные марсианские формы жизни. Анализ образца также подтвердил предположение о том, что место проведения бурения в древности было дном соленого озера. Однако планетологи пока не могут сказать, как долго оно существовало и когда оттуда ушла вода (некоторые исследователи называют цифру 3 млрд. лет, что примерно соответствует времени появления первых живых организмов на Земле).

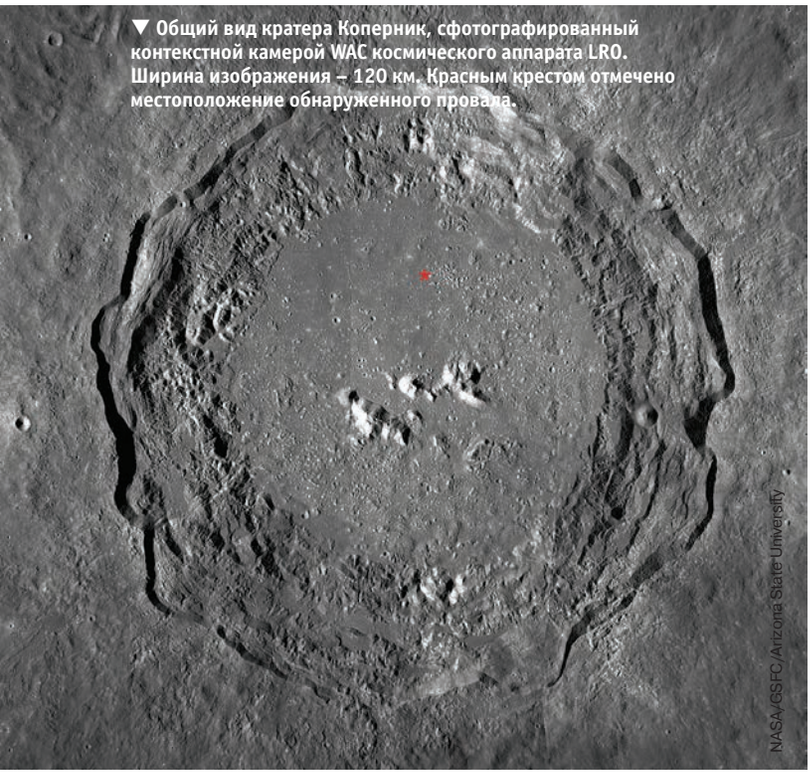
На специальной пресс-конференции, организованной NASA и посвященной первым результатам химико-минералогического анализа образцов, взятых с глубины около 6 см, ученые, прежде всего, сообщили о самых общих итогах исследования. Во-первых, 20% массы породы составляют смектиты, что указывает на ее формирование в водном растворе. Наличие сульфата кальция (гипса) свидетельствует о том, что вода, вероятно, имела почти нейтральную реакцию и не была слишком соленой. Тезис о том, что на Марсе впервые обнаружена среда, пригодная для жизни, находит все больше приверженцев.

Особенно жаркие дебаты разгорелись при обсуждении признаков наличия углерода и органических веществ – в частности, углекислого газа, выделяющегося при нагревании образцов. Дело в том, что углеродные соединения, обнаруженные после первого сеанса бурения, могут иметь земное происхождение (как бы тщательно ни очищали все инструменты марсохода перед установкой на ракету-носитель, на них все равно могла остаться адсорбированная из воздуха углекислота). Чтобы уверенно говорить о наличии углерода, нужно дождаться результатов следующих экспериментов с буровой установкой. «Расписание» деятельности автоматического аппарата на поверхности Красной планеты отодвигает проверку первых результатов прямых химических анализов марсианского грунта до конца мая. Но прозвучали и оптимистические заверения: ни один из полученных результатов не отрицает возможности микробной жизни на Марсе в далекие геологические эпохи. Yellowknife Bay – местность, где сейчас работает Curiosity – может считаться самым подходящим регионом планеты для поисков доказательств возможного существования марсианских микроорганизмов (как древних, так и современных).

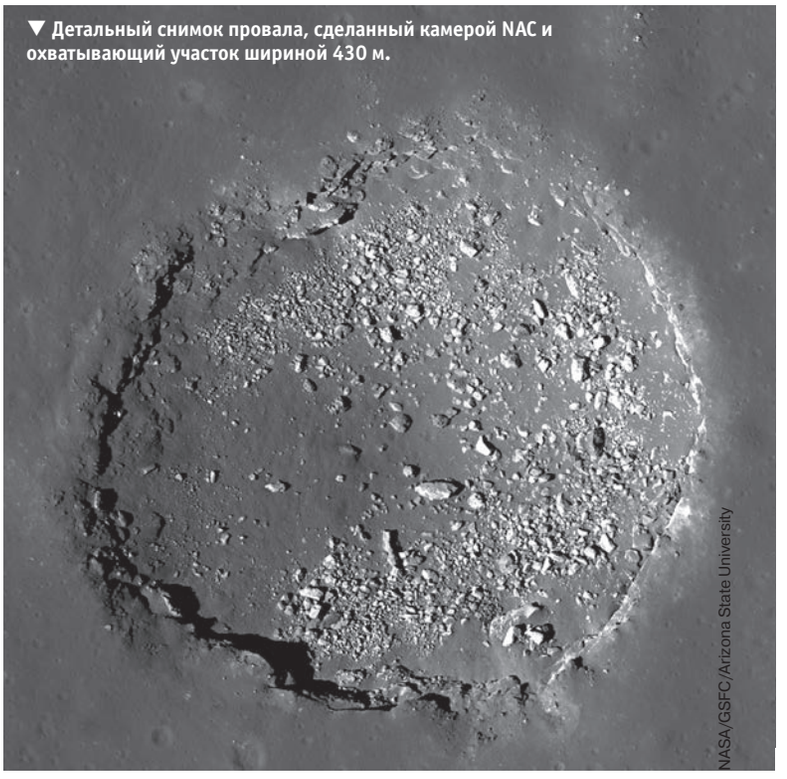


**▲ Левее центра снимка – отверстие в камне John Klein диаметром около 1,6 и глубиной 6,3 см. Бурение было проведено 8 февраля 2013 г., на 182-й марсианский день (сол) пребывания аппарата на поверхности планеты. Мелкозернистая осадочная порода в прошлом почти наверняка находилась в контакте с водой. При бурении образовался серый порошок, часть которого была загружена в бортовую лабораторию для определения химического состава. Изображение получено с использованием камеры Mars Hand Lens Imager (MAHLI).**

[1] ВПВ №8, 2012, стр. 12; №2-3, 2013, стр. 19




▼ Общий вид кратера Коперник, сфотографированный контекстной камерой WAC космического аппарата LRO. Ширина изображения – 120 км. Красным крестом отмечено местоположение обнаруженного провала.




▼ Детальный снимок провала, сделанный камерой NAC и охватывающий участок шириной 430 м.

# Лунные кратеры: новые подробности

Произведя фотографирование дна 93-километрового лунного кратера Коперник, американский космический аппарат Lunar Reconnaissance Orbiter[1] обнаружил большой провал, образовавшийся, по-видимому, совсем недавно по сравнению с возрастом этого кратера (800 млн. лет). Его поперечник составляет 330 м – это самая крупная подобная структура, найденная к настоящему времени на поверхности нашего естественного спутника (вторая по величине находится в Море Мечты на обратной стороны Луны; ее диаметр немного превышает 130 м).

Провал с довольно резко очерченными краями имеет глубину около 50 м. Он возник при обрушении свода обширной подповерхностной пустоты, произошедшего, скорее всего, после попадания метеорита или же небольшого «лунотрясения» (второй вариант намного менее вероятен). Пустота, в свою очередь, стала результатом сложных процессов в расплаве лунных пород, разогретых ударом крупного астероида, который, собственно, и привел к образованию кратера. На дне хорошо видны обломки свода, лежащие в лунной пыли.

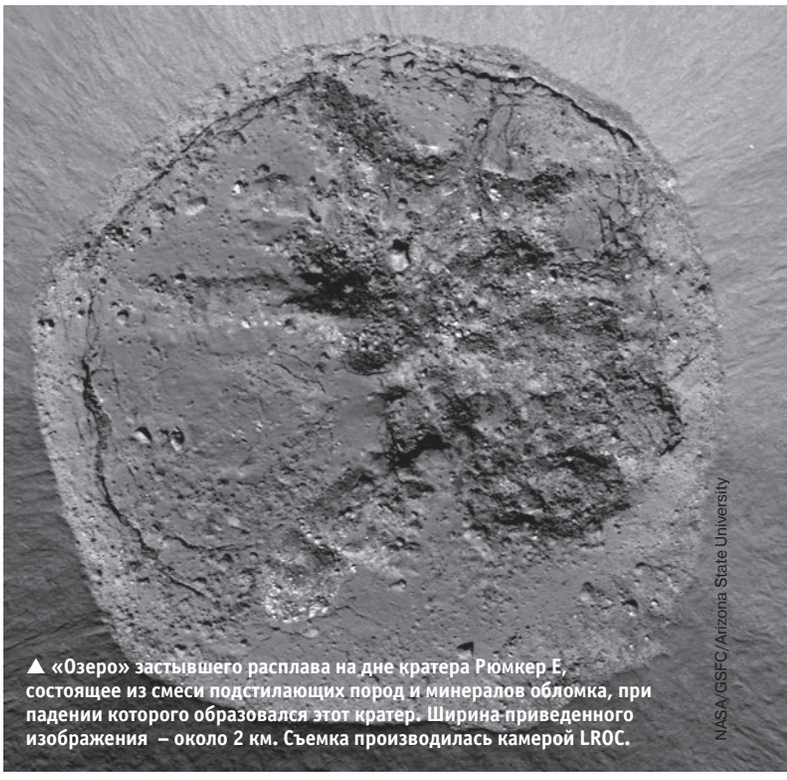
Съемка велась камерами LROC и NAC с высоты всего 29 км, что позволило достичь разрешения около 30 см на пиксель. Координаты центра полученного изображения – 10,2° с.ш., 340,0° в.д. Север вверху.

***

Еще более сложные структуры сформировались при затвердевании расплава на дне кратера Рюмкер E (Rümker E) диаметром около 7 км. Главной его особенностью является то, что это так называемый вторичный кратер – он возник при ударе о лунную поверхность уже частично расплавленного обломка пород, «выбитого» из нее в момент образования более крупного «материнского» кратера.

Вдоль внутренней стороны кратерного вала по краю «лужицы» расплава тянутся трещины, появившиеся в ходе постепенного остывания (при этом его объем уменьшался). Такое же происхождение имеют неправильной формы впадины на дне кратера. Интересно, что раскаленный обломок, в результате падения которого образовалась эта импактная структура, по составу ближе к породам, слагающим более светлые (материковые) лунные области, и заметно отличается от «подстилающего» материала, представляющего собой темные базальты лунных морей.

Снимок сделан 6 сентября 2012 г. Координаты центра изображения – 38.62° с.ш., 57,12° з.д., разрешение – 1,6 м на пиксель.




▲ «Озеро» застывшего расплава на дне кратера Рюмкер E, состоящее из смеси подстилающих пород и минералов обломка, при падении которого образовался этот кратер. Ширина приведенного изображения – около 2 км. Съемка производилась камерой LROC.

[1] ВПВ №6, 2009, стр. 2; №11, 2010, стр. 5

# НЕБЕСНЫЕ СОБЫТИЯ ИЮНЯ

**МЕРКУРИЙ СБЛИЖАЕТСЯ С ВЕНЕРОЙ.**

Ближайшая к Солнцу планета на протяжении почти всего июня (кроме последней недели) видна по вечерам над северо-западным горизонтом. В начале месяца продолжительность ее видимости на 50° с.ш. превысит один час. Все это время на небе недалеко от Меркурия будет находиться яркая Венера. 20 июня планеты сблизятся до расстояния менее 2°.

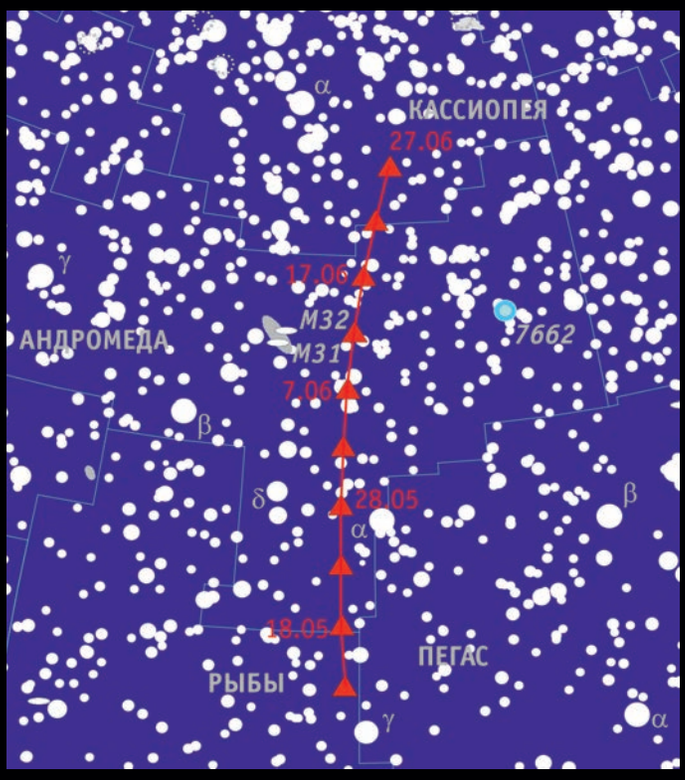
В первой половине ночи по-прежнему хорошо виден Сатурн – «раскрытие» его колец постепенно возрастает, а расстояние между второй по размеру планетой Солнечной системы и Солнцем продолжает увеличиваться. Перед рассветом доступны наблюдениям Нептун и Уран (последний – на сумеречном небе, незадолго до восхода Солнца).

**ЕЩЕ ОДНА КОМЕТА ИЗ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ.**

После «пришествия» сравнительно яркой кометы PanSTARRS, до начала марта видимой только в местностях, лежащих к югу от экватора,[1] в конце мая в наших широтах станет доступной наблюдениям комета Леммон (C/2012F6 Lemmon), открытая в марте минувшего года и названная в честь горы, на которой расположен телескоп, сделавший первые снимки этого объекта. Комета будет двигаться с юга на север по созвездиям Рыб и Андромеды,[2] ее блеск на протяжении июня упадет примерно с 9-й до 10-й звездной величины. Максимальной яркости C/2012F6 достигла в конце марта (в окрестностях перигелия) – в это время ее можно было наблюдать невооруженным глазом в созвездиях Скульптора и Кита.

**ЛЕТНИЙ «СОЛНЦЕВОРОТ».**

21 июня в 5 часов 4 минуты по всемирному времени центр видимого диска Солнца удалится к северу от небесного экватора на максимально возможное угловое расстояние – этот момент соответствует самому длинному дню и началу астрономического лета в Северном полушарии. Далее склонение нашего светила начнет уменьшаться, а продолжительность светового дня – соответственно сокращаться.




Видимый путь кометы Леммон (C/2012F6 Lemmon) в мае-июне 2013 г.

[1] ВПВ №1, 2013, стр. 34
[2] ВПВ №1, 2003, стр. 34

## КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (ИЮНЬ 2013 Г.)

2 0-1$^h$ Луна (Ф = 0,37) закрывает звезду λ Рыб (4,5$^m$). Явление видно на юге Украины и европейской части РФ, на Южном Кавказе, в Западном Казахстане и Центральной Азии

3 4$^h$ Луна (Ф = 0,26) в 3° севернее Урана (5,9$^m$)

7 14$^h$ Луна (Ф = 0,01) в 2° южнее Марса (1,4$^m$)
18$^h$ Нептун (7,9$^m$) проходит точку стояния

8 15:55 Новолуние
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Большой Медведицы (6,5$^m$)

9 22$^h$ Луна (Ф = 0,01) в апогее (в 406486 км от центра Земли)

10 9$^h$ Луна (Ф = 0,03) в 5° южнее Венеры (-3,9$^m$)
21$^h$ Луна (Ф = 0,04) в 6° южнее Меркурия (0,4$^m$)

12 17$^h$ Меркурий (0,6$^m$) в наибольшей восточной элонгации, в 24°17′ от Солнца

14 15$^h$ Луна (Ф = 0,30) в 6° южнее Регула (α Льва, 1,3$^m$)
Максимум блеска долгопериодической переменной Миры (ο Кита, 2,0$^m$)

16 17:25 Луна в фазе первой четверти

18 21$^h$ Луна (Ф = 0,72) в 1° южнее Спики (α Девы, 1,0$^m$)

19 14$^h$ Луна (Ф = 0,80) в 4° южнее Сатурна (0,5$^m$)
16$^h$ Юпитер в верхнем соединении, за диском Солнца

20 9$^h$ Венера (-3,9$^m$) в 2° севернее Меркурия (1,3$^m$)
5:04 Летнее солнцестояние. Склонение центра Солнца максимально (23°26′15″)

22 0$^h$ Луна (Ф = 0,97) в 6° севернее Антареса (α Скорпиона, 1,0$^m$)
17-20$^h$ Луна (Ф = 0,99) закрывает звезду ξ Змееносца (4,4$^m$) для наблюдателей юга Западной и Центральной Сибири, Забайкалья, Казахстана, Центральной Азии

23 11$^h$ Луна (Ф = 1,00) в перигее (в 356990 км от центра Земли)
11:32 Полнолуние
17-19$^h$ Луна (Ф = 1,00) закрывает звезду 21 Стрельца (4,8$^m$). Явление видно на юге Западной и Центральной Сибири, на севере Казахстана

25 23$^h$ Меркурий (2,0$^m$) проходит конфигурацию стояния

27 18$^h$ Луна (Ф = 0,75) в 4° севернее Нептуна (7,8$^m$)

28 1$^h$ Луна (Ф = 0,73) закрывает звезду κ Водолея (5,0$^m$) для наблюдателей Молдовы, запада, центра и юга Украины

30 4:53 Луна в фазе последней четверти
14$^h$ Луна (Ф = 0,47) в 3° севернее Урана (5,8$^m$)

*Время всемирное (UT)*

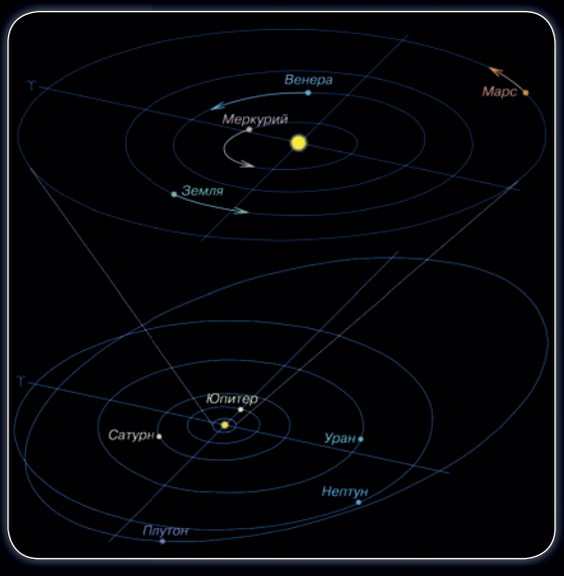
| | | |
|---|---|---|
| Новолуние | 15:55 UT | 8 июня |
| Первая четверть | 17:25 UT | 16 июня |
| Полнолуние | 11:32 UT | 23 июня |
| Последняя четверть | 04:53 UT | 30 июня |

Вид неба на 50° северной широты:
1 июня — в 0 часов летнего времени;
15 июня — в 23 часа летнего времени;
30 июня — в 22 часа летнего времени

Положения Луны даны на $20^h$ всемирного времени указанных дат

*Условные обозначения:*
- рассеянное звездное скопление
- шаровое звездное скопление
- галактика
- диффузная туманность
- планетарная туманность
- эклиптика
- небесный экватор

*Положения планет на орбитах в июне 2013 г.*

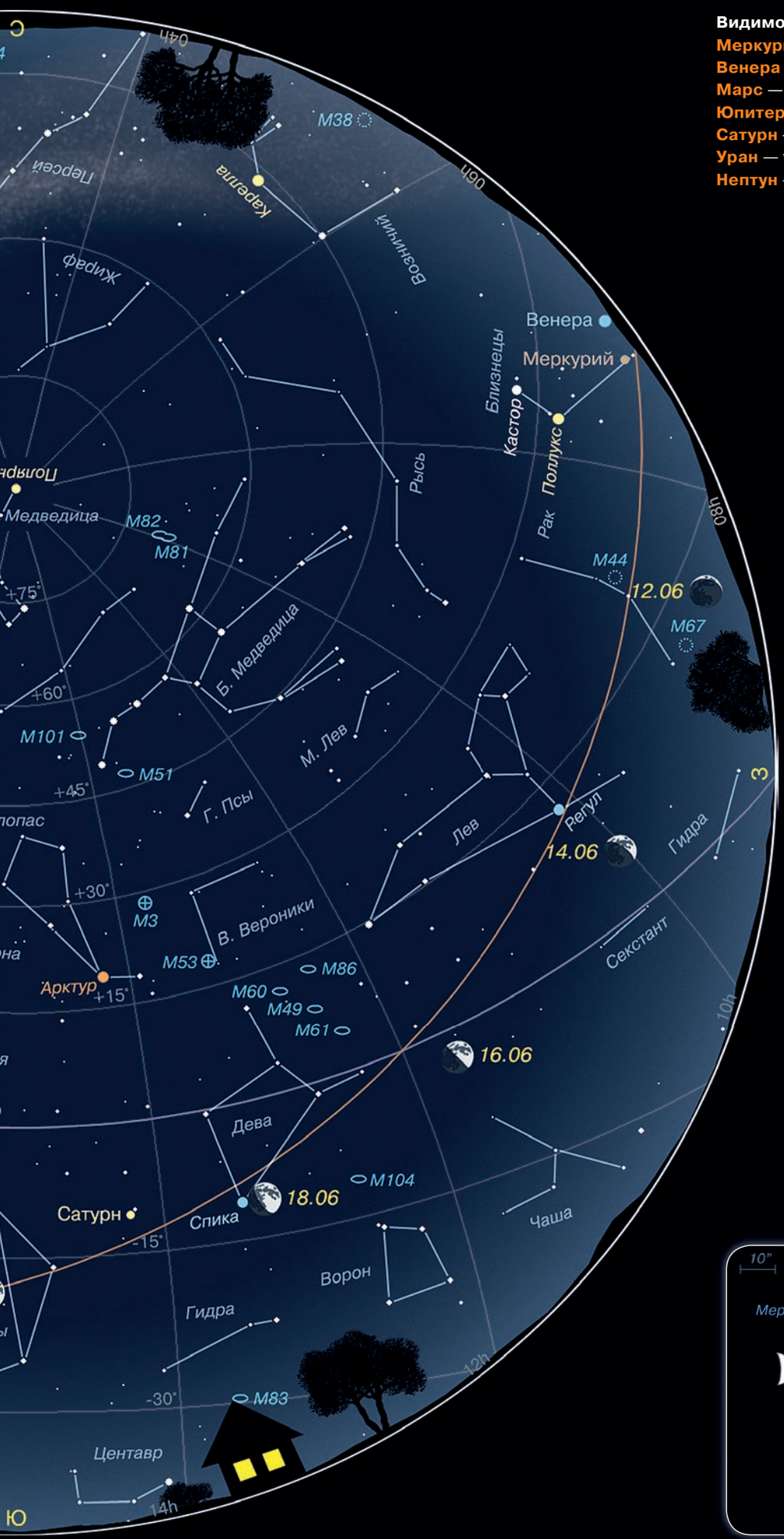






Иллюстрации
Дмитрия Ардашева

**Видимость планет:**
**Меркурий** — вечерняя
**Венера** — вечерняя
**Марс** — не виден
**Юпитер** — не виден
**Сатурн** — вечерняя
**Уран** — утренняя
**Нептун** — утренняя






# Надежды и реалии кометы PanSTARRS

**Артем Новичонок,**
**младший научный сотрудник обсерватории Петрозаводского Университета, руководитель клуба «Астерион»**

На протяжении без малого двух последних лет любители астрономии всего мира с нетерпением ждали приближения к Солнцу кометы C/2011 L4 (PanSTARRS).[1] Вокруг этой хвостатой странницы, как и вокруг многих потенциально ярких комет, с самого начала возникла масса интриг. И вот она прилетела – сияет на нашем северном сумеречном небе как объект первой или второй звездной величины... Опытные любители астрономии, как и обыватели, только теперь узнавшие про комету из СМИ, отслеживали прогнозы погоды, стараясь поймать каждое прояснение. Но оправдались ли первоначальные ожидания астрономов относительно этой кометы, и в чем заключалась их основная ошибка? Попробуем разобраться во всем по порядку.

## Открытие и обзоры неба

Комета C/2011 L4 была открыта 6 июня 2011 г. в ходе автоматического обзора неба PanSTARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System), когда ее яркость приближалась к $19^m$. Уже тогда «хвостатая гостья», находясь от Солнца почти в 8 раз дальше, чем Земля, обладала небольшой комой, различимой на снимках, полученных с использованием крупных телескопов.

PanSTARRS – типичный «представитель» современного обзора небесной сферы, предназначенного для поиска потенциально опасных астероидов.[2] Работы с этой системой, установленной на вершине вулкана Халеакала (остров Мауи, Гавайские острова) на высоте чуть больше 3000 м над уровнем моря, начались в 2010 г. Каждую ясную ночь PanSTARRS сканирует значительные области неба в поисках астероидов, которые в будущем могут столкнуться с нашей планетой. Обзор изначально задумывался как комплексная система, состоящая из четырех одинаковых телескопов диаметром 1,8 м, направляемых на один и тот же участок неба. Это позволило бы получать рабочее

[1] ВПВ №1, 2013, стр. 34

[2] ВПВ №7, 2011, стр. 4



**▼ Этот снимок кометы PanSTARRS сделал любитель астрономии Павел Смилык вечером 17 марта 2013 г. в 180 км от Сыктывкара (Республика Коми). На фоне вечернего неба виден Ульяновский мужской монастырь. Фотоаппарат Canon 5D Mark II. Объективы Zeiss 50, Canon 28, Canon 135.**

проницание, равное проницающей способности трехметрового инструмента. Однако на данный момент в строй введен лишь один телескоп серии. Тем не менее, даже на таком уровне система способна ежегодно открывать сотни околоземных астероидов и десятки комет.

Подобные обзоры стали активно внедряться в практику в середине 1990-х годов с развитием ПЗС-технологий. Например, знаменитый обзор LINEAR начал делать массовые открытия в 1997 г. Он действует до сих пор, хотя уже устарел и не является самым успешным. На его счету – открытия сотен тысяч астероидов и более чем 200 комет.

Современные обзоры проектируют комплексными. Кроме поиска астероидов, их целями являются регистрация и отслеживание транзиентов (вспыхивающих звездообразных источников излучения – например, катаклизмических переменных звезд или сверхновых в далеких галактиках), а также некоторые астрофизические задачи. Таким образом, если еще 20-30 лет назад подавляющее большинство «хвостатых странниц» открывали любители астрономии, теперь круг возможностей резко сузился. Тем не менее, ежегодно «на счету» любителей оказывается несколько комет. Часто эти открытия делаются в результате проведения мини-обзоров неба с помощью фотографических телескопов, похожих на большие профессиональные системы, только значительно менее «производительных». Кстати говоря, существуют и два российских мини-обзора, созданных командой сети оптических наблюдений ISON.

Открыть же комету визуально сейчас практически невозможно. Правда, иногда случаются исключения – при наличии особенной настойчивости наблюдателя и огромного везения. Последняя на данный момент визуальная комета P/2010 V1 (Ikeya-Murakami) была обнаружена 2-3 ноября 2010 г. Она неожиданно вспыхнула до 8-й звездной величины, будучи расположенной на утреннем сумеречном сегменте неба, где ее и заметили японские любители.

С одной стороны, для непрофессиональных астрономов ситуация в области кометных открытий в наши дни выглядит довольно грустно. Но с другой стороны – шанс пропустить интересную «хвостатую гостью» теперь сведен к минимуму! Почти два года – невиданный ранее срок – любители и профессионалы следили за тем, как комета C/2011 L4 приближается к перигелию (ближайшей к Солнцу точке свой орбиты), делились мнениями, собирали информацию о наблюдениях...

## Заблуждение

Сразу после своего открытия C/2011 L4 привлекла внимание любителей астрономии. Оказалось, что если применить



**▼ Комета PanSTARRS 22 марта 2013 г. (21 час 54 минуты по московскому времени). Фотоаппарат Canon 5D, объектив Индустар 61 Л3, ISO 1000, выдержка 4 секунды. Снимок сделал Сергей Кузнецов (г. Вышний Волочек Тверской области) с берега Вышневолоцкого водохранилища при температуре -17°C**

к ней формулу изменения яркости комет со стандартными коэффициентами, ее максимальный блеск вблизи перигелия должен достичь отрицательных величин. Однако нужно отметить, что подобный упрощенный прогноз вряд ли может быть достоверным, поскольку не учитывает некоторых факторов, влияющих на видимую яркость.

Первый важный вопрос, который предстоит решить, столкнувшись с подобной задачей – выяснить, относится ли комета к динамически новым. Из школьного курса астрономии мы знаем, что «хвостатые светила» делятся на короткопериодические и долгопериодические. Бывает так, что кометы с периодами в тысячи и сотни тысяч лет, наблюдаемые нами, уже неоднократно приближались к Солнцу. Но часто случается, что долгопериодическая комета подлетает к нему в первый раз. Именно такие объекты и называются «динамически новыми». Эксцентриситет их орбит в большинстве случаев незначительно превышает единицу. Для надежного определения этого параметра кометной орбиты может понадобиться несколько месяцев наблюдений. У C/2011 L4 PanSTARRS он действительно оказался чуть больше единицы, т.е. эта комета, скорее всего, первый раз «навещает» центральные области нашей планетной системы. В таком случае непредсказуемость ее поведения возрастает. Дело в том, что вблизи перигелия динамически новым кометам свойственно снижать темпы роста яркости, в то время как на больших расстояниях от Солнца она может увеличиваться довольно быстро. Перелом наступает обычно на гелиоцентрических расстояниях 1,5-2 а.е.[3] Иногда даже бывает, что кометы начинают вести себя просто как отражающие тела – их блеск меняется по законам, свойственным астероидам, не имеющим комы!

Таким образом, с самого начала говорить о возможных отрицательных значениях яркости кометы PanSTARRS следовало с большой осторожностью.

## Реалии

Как уже было сказано выше, в момент открытия комета имела блеск около $19^m$. Она наблюдалась в течение нескольких месяцев после обнаружения (за это время ее яркость незначительно возросла), а затем вступила в соединение с Солнцем. Далее C/2011 L4 вновь стала доступной для наблюдений в январе 2012 г. при яркости порядка $16^m$. А уже во второй половине марта, когда комета увеличила свой блеск еще на полторы величины, были проведены первые визуальные наблюдения: отличились чех Якуб Черны (Jakub Černý) и американец Алан Хейл (Alan Hale). С тех пор такие наблюдения стали учащаться и продолжались до тех пор, пока комета в сентябре 2012 г. вновь не приблизилась к светилу на критически малое расстояние (на самом деле она просто проектировалась на небесную сферу рядом с Солнцем – в пространстве расстояние между ними превышало 2 а.е.). К тому времени она была уже ярче $12^m$, а размер комы увеличился до 300 тыс. км.

Из очередного соединения с Солнцем комета вышла в конце декабря, появившись на небе Южного полушария как туманность с интегральным блеском $9^m$. К началу января ее яркость выросла всего на $0{,}5^m$. Уже было ясно, что C/2011 L4 начала «отставать» от первоначальных прогнозов, а это значило, что в максимуме блеска она, вероятнее всего, не достигнет отрицательных звездных величин. Стало понятно: тот самый «переломный момент», после которого темпы увеличения яркости динамически новых комет падают, уже наступил.

Лишь в первой половине февраля, когда C/2011 L4 уже находилась ближе к Солнцу, чем наша планета, на ее снимках начал проявляться ионный (газовый) хвост, в то время как пылевой уверенно наблюдался как минимум с весны 2012 г. И вообще, у нее отмечалось необычно высокое соотношение пыли и летучих веществ. PanSTARRS – типично «пылевая» комета.

Невооруженным глазом «хвостатая звезда» стала видна в середине февраля, когда ее яркость достигла $5^m$. К концу месяца она возросла до $2{,}5^m$. Перигелий комета прошла 10 марта, после чего начала постепенно подниматься из вечерних сумерек уже в средних широтах Северного полушария, перестав наблюдаться на юге. Первые наблюдения «северян» появились 11-13 марта.

Максимальный блеск C/2011 L4, по самым оптимистичным оценкам, составил около $1{,}5^m$. Правда, его определение осложнялось тем, что комета в это время была расположена глубоко в сумерках. Но очевидно, что об отрицательной яркости говорить не приходится. Например, житель американского штата Нью-Мексико Алан Хейл впервые увидел комету 11 марта: «...Она легко видна в бинокль 10×50, но не видна невооруженным глазом, имеет очень яркую центральную конденсацию и пылевой хвост длиной, возможно, 10 минут дуги, направленный в восточную (может быть, немного к югу от востока) сторону. Очень приблизительно я оценил блеск кометы значением 1,5. Поблизости не было подходящих звезд сравнения, но комета определенно выглядела слабее Меркурия, когда он имеет примерно такую же элонгацию».

Спустя двое суток Хейл пронаблюдал комету снова, отметив, что она на пределе видна и без использования оптических приборов. Американец сообщил, что длина хвоста была несколько меньше диаметра полной Луны (примерно 20 минут дуги).

Кстати, 13 марта комета находилась в красивом соединении с узким серпом молодой Луны, что облегчало ее поиски и делало вечерний небесный пейзаж особенно красивым. Фотографии «небесного свидания» были получены, в частности, российскими и украинскими любителями астрономии. С этого вечера наблюдения «хвостатой гостьи» в Северном полушарии стали действительно массовыми.

На протяжении примерно недели после этого комету было несложно увидеть невооруженным глазом, но особенно хорошо она смотрелась в бинокли и телескопы. С каждым вечером она поднималась все выше над северо-западным горизонтом, имея компактную, сильно сконденсированную кому и оранжеватый хвост длиной в полградуса.

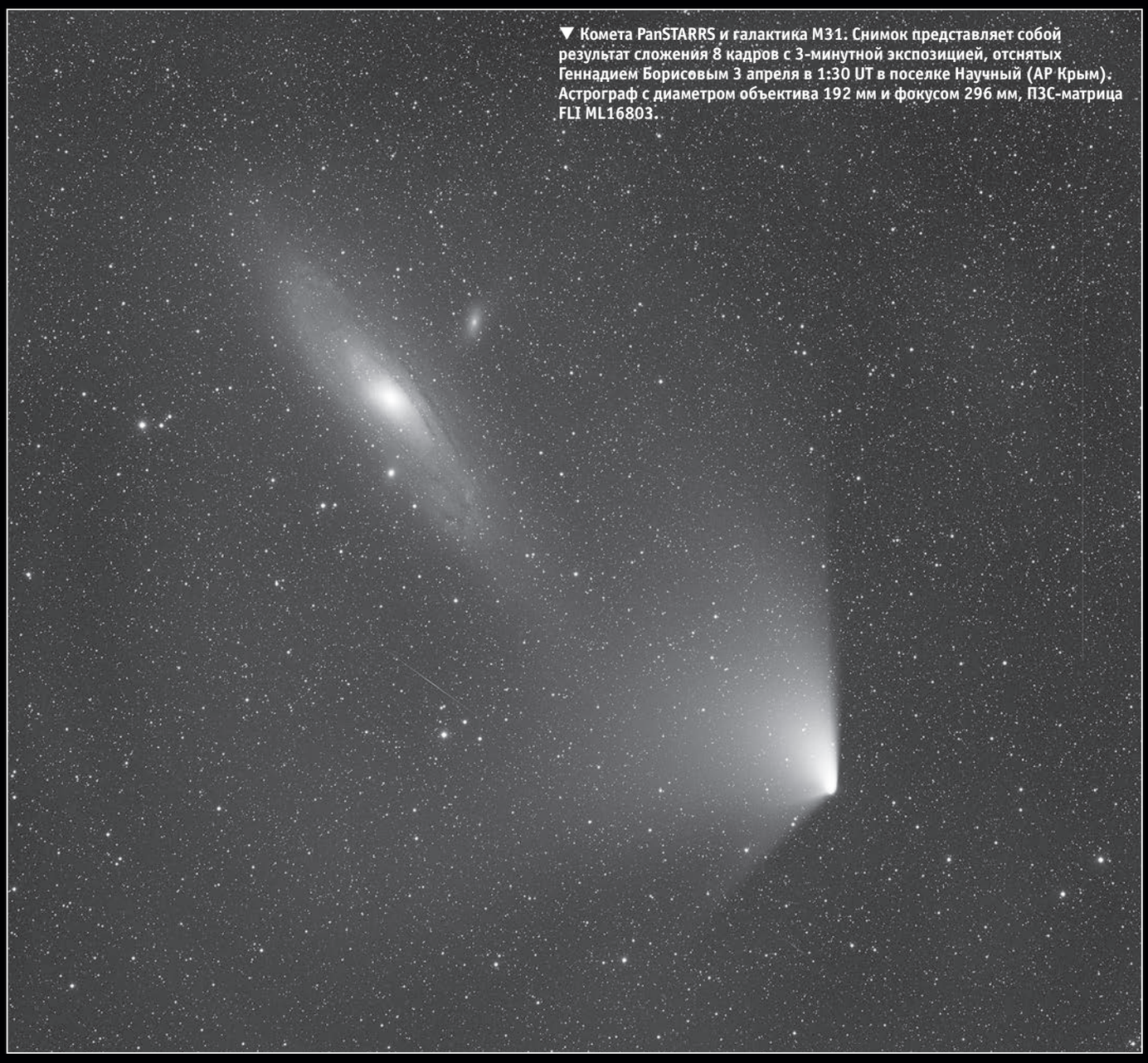
По мере увеличения высоты C/2011 L4 над горизонтом ее пылевой хвост становился все длиннее и эффектнее. Он стал очень широким и ярким, в 20-х числах марта визуально его длина превысила градус. 4 апреля своим хвостом комета «задела» самую яркую галактику северного неба – Туманность Андромеды (M31).[4] Это соединение стало весьма благодатным событием для астрофотографов.

Также стоит добавить, что в течение марта в северных широтах комета неоднократно наблюдалась на фоне полярных сияний, которыми порадовал северян первый весенний месяц. Эти сияния подарили комете уже не оранжеватые, а зеленоватые оттенки.

В начале апреля C/2011 L4 PanSTARRS была уже слабее 4-й звездной величины. В дальнейшем падение яркости продолжится. Можно ожидать, что к началу мая блеск кометы снизится до $8^m$,

[3] Астрономическая единица (а.е.) – расстояние, равное среднему радиусу земной орбиты (149 597 870 км)

[4] ВПВ №6, 2007, стр. 8; №7, 2012, стр. 4



▼ Комета PanSTARRS и галактика M31. Снимок представляет собой результат сложения 8 кадров с 3-минутной экспозицией, отснятых Геннадием Борисовым 3 апреля в 1:30 UT в поселке Научный (АР Крым). Астрограф с диаметром объектива 192 мм и фокусом 296 мм, ПЗС-матрица FLI ML16803.



▼ Цветное изображение кометы PanSTARRS, полученное Геннадием Борисовым 16 апреля в 23:40 UT. Сложено три кадра, отснятых через красный, зеленый и голубой светофильтры с экспозициями 15 минут. 192-мм астрограф, ПЗС-матрица FLI ML16803. Слева – водородная туманность NGC 281 «Пакман». Яркая звезда – $\alpha$ Кассиопеи

а к началу июня – до $10^m$. Все это время условия ее видимости в Северном полушарии будут благоприятными. 28 мая она пройдет в 5° от Полярной звезды.

При условии наличия удаленного от больших городов и прочих освещенных мест наблюдательного пункта, воспользовавшись поисковой картой, в начале мая комету будет несложно найти в бинокль, а в конце мая – в небольшой телескоп.

## Большая комета?

Самые яркие, самые запоминающиеся кометы в истории получают звание Больших комет. Официального и четкого определения Большой кометы не существует, но объекты с таким статусом должны быть столь яркими, чтобы их могли массово наблюдать не только астрономы и любители астрономии, но и обыватели, далекие от «звездной науки». При этом такие кометы обычно имеют яркие, красивые хвосты. Есть несколько условий, выполнение которых позволяет «хвостатой гостье» получить столь значимый статус: это физические размеры кометного ядра, близость перигелия кометы к Солнцу и ее пролет на небольшом расстоянии от Земли. При этом соблюдение всех трех условий не является обязательным. Например, знаменитая комета Хейла-Боппа (C/1995 O1 Hale-Bopp) имела феноменально большое – свыше полусотни километров – ядро, но от Солнца и Земли она прошла относительно далеко. Ядро кометы Хякутаке (C/1996 B2 Hyakutake), напротив, по своим размерам было весьма заурядным, зато она подошла к нашей планете на расстояние 0,1 а.е. и на некоторое время стала выдающимся небесным объектом.

Нельзя сказать, что ядро C/2011 L4 было большим – его размеры, вероятно, сравнимы с размерами ядра кометы Хякутаке. От нашей планеты она также прошла далеко: минимальное расстояние в начале марта составило 1,097 а.е. Зато к Солнцу она подошла довольно близко (величина ее перигелия – чуть больше 0,3 а.е.), благодаря чему и стала достаточно яркой. Тем не менее, нельзя утверждать, что C/2011 L4 была легко видна невооруженным глазом и, тем более, массово наблюдалась обывателями – ее блеск в максимуме оказался не слишком высоким, и к тому же она в это время находилась на небе недалеко от Солнца. Очевидно, что к числу Больших комет ее не причислят.

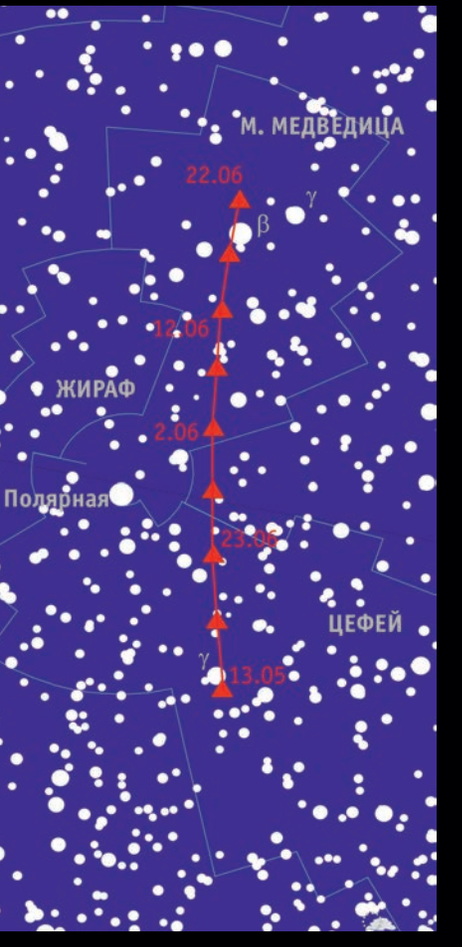
## Чего ждать от ISON?

Теперь, когда ажиотаж вокруг C/2011 L4 постепенно стихает, любители астрономии ожидают приближения к перигелию кометы C/2012 S1 (ISON), открытой с территории России в ходе уже упомянутого автоматического обзора. В перигелии эта комета пройдет примерно в миллионе километров от поверхности Солнца (это всего лишь втрое больше среднего радиуса лунной орбиты), благодаря чему может стать ярким и красивым объектом.

Однако и эта комета, по-видимому, является динамически новой, а значит, в оценках ее предполагаемого блеска нужно быть осторожными. Говорить о том, что ждет ее вблизи перигелия, пока что очень сложно. Например, комета может полностью разрушиться, как это случилось в 2011 г. с кометой Еленина (C/2010 X1 Elenin).[5] Но если этого не произойдет, то мы – даже при том, что события будут развиваться по наиболее благоприятному сценарию – вероятно, в самом перигелии увидим объект не ярче $-5^m$ (о блеске, равном яркости полной Луны, как пишут некоторые СМИ, не может быть и речи). Тем не менее, поскольку комета ISON расположится относительно Солнца очень удобно с точки зрения наземных наблюдателей, можно со значительной вероятностью рассчитывать увидеть ее на сумеречном небе примерно в тех же условиях, что и комету Макнота (C/2006 P1 McNaught) в начале 2007 г.[6] После прохождения перигелия в конце ноября она к тому же продемонстрирует нам красивый хвост длиной в десяток или более градусов. Правда, видна она будет главным образом по утрам, а в это время суток большинство обывателей редко обращает внимание на небесные явления. Но любители астрономии уж точно не пропустят появления такой необычной «хвостатой гостьи»!



▲ **Снимок кометы PanSTARRS с 30-секундной экспозицией, сделанный Юлией Крыловой 18 марта 2013 г. в Усть-Коксинском районе Республики Алтай с помощью телескопа Vixen VC200L (диаметр объектива 200 мм, эквивалентный фокус 1800 мм) на монтировке NEQ6. Фотоаппарат Canon 400Da, ISO1600. Высота над уровнем моря около 1000 м**




Видимый путь кометы PanSTARRS в мае-июне 2013 г.

[5] ВПВ №1, 2011, стр. 38; №8, 2011, стр. 38; №1, 2012, стр. 20

[6] ВПВ №3, 2007, стр. 16

# СОБЕРИТЕ ПОЛНУЮ КОЛЛЕКЦИЮ ЖУРНАЛОВ
## «Вселенная, пространство, время»

**В 106 изданных номерах ежемесячного научно-популярного журнала опубликовано 395 авторских статей и обзоров, 48 научно-фантастических рассказов, более 2000 новостей**



2013 г.



2012 г.



2011 г.



2010 г.



2009 г.



2008 г.



2007 г.



2006 г.



2005 г.



2004 г.



2003 г.

## КАК ЗАКАЗАТЬ

### УКРАИНА

**по телефонам:**
(063) 073-68-42;
(067) 370-60-39

**по почте:**
02152, Киев,
Днепровская наб., 1-А, оф. 146

**по Интернету:**
info@universemagazine.com
www.universemagazine.com

### РОССИЯ

**по телефонам:**
(499) 253-79-98,
(495) 544-71-57

**по почте:**
123056, Москва,
пер. М. Тишинский, д. 14/16

**по Интернету:**
www.sky-watcher.ru/shop
elena@astrofest.ru

## ЦЕНЫ*

| | в Украине | в России |
|---|---|---|
| 2003-2004 гг. | 2 грн. | 30 руб. |
| 2005 | 4 грн. | 30 руб. |
| 2006 | 5 грн. | 40 руб. |
| 2007 | 5 грн. | 50 руб. |
| 2008 | 6 грн. | 60 руб. |
| 2009 | 8 грн. | 70 руб. |
| 2010 | 8 грн. | 70 руб. |
| с №3 2010 | 10 грн. | 70 руб. |

*Журналы рассылаются без предоплаты наложенным платежом. Оплата производится при получении журналов в почтовом отделении. Общая стоимость заказа будет состоять из суммарной стоимости журналов по указанным ценам и платы за почтовые услуги. Информацию о наличии ретрономеров можно получить в киевской и московской редакциях по указанным выше телефонам.

# НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

## Библиотека журнала «Вселенная, пространство, время»










### ЖИЗНЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ

**Где искать и как найти**

*Сборник статей*

Сборник статей посвящен теме жизни во Вселенной. Жизнь на нашей планете многообразна в своих проявлениях. Она существует в самых экстремальных условиях. Она весьма «живуча» – все авторы представленных статей не сомневаются что она может существовать в безграничном космосе, на планетах вокруг звезд, на их спутниках, и наверняка – на уровне микромира... Только как ее найти и идентифицировать?

### ЦЕНА МЕЧТЫ

*Сборник рассказов*

Научная фантастика продолжает оставаться одним из наиболее популярных литературных жанров. Даже не пытаясь сопротивляться предпочтениям наших читателей, редакционный коллектив «Вселенной...» принял решение собрать под одной обложкой часть рассказов, публиковавшихся в журнале. Надеемся, что это не последний подобный сборник, и читатели будут иметь возможность освежить в памяти наши страницы, а также ознакомиться с произведениями, по тем или иным причинам не опубликованными в журнальном варианте.

### КОСМИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТИВ

**Рассекреченные, малоизвестные и трагические страницы истории космонавтики**

*Сборник статей*

Дорога человечества к звездам не состояла из одних успехов. Покорители космоса познали и горечь неудач – правда, о них средства массовой информации упоминали намного реже, некоторые подробности, в свое время укрытые под грифом «совершенно секретно», стали известны широкой публике сравнительно недавно.

## ГОТОВЯТСЯ К ИЗДАНИЮ КНИГИ НА СЛЕДУЮЩИЕ ТЕМЫ:

**ЧТО МОЖНО УВИДЕТЬ НА НЕБЕ ● ДОСТИЖЕНИЯ КОСМОЛОГИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 100 ЛЕТ ● «ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ» И «ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ» ● ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ КОСМОСА ● ЗАГАДКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ПРОЦВЕТАНИЯ И ГИБЕЛИ ДРЕВНИХ НАРОДОВ И ЦИВИЛИЗАЦИЙ ● СБОРНИК НАУЧНО-ФАНТАСТИЧЕСКИХ РАССКАЗОВ**

## СОБЕРИТЕ ПОЛНУЮ КОЛЛЕКЦИЮ СОБСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ «ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»

## КАК ЗАКАЗАТЬ

**УКРАИНА**

**по телефонам:**
(063) 073-68-42;
(067) 370-60-39

**по почте:**
02152, Киев,
Днепровская наб., 1-А, оф. 146

**по Интернету:**
info@universemagazine.com
www.universemagazine.com

**РОССИЯ**

**по телефонам:**
(499) 253-79-98,
(495) 544-71-57

**по почте:**
123056, Москва,
пер. М. Тишинский, д. 14/16

**по Интернету:**
www.sky-watcher.ru/shop
elena@astrofest.ru