

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

Инструментальная фотометрия комет

04'21
апрель

Небесный курьер (новости астрономии) История астрономии начала XXI века
Яркость изображений протяжённых объектов и блеск звёзд при визуальных наблюдениях
Полезная страничка Небо над нами: апрель - 2021



Книги для любителей астрономии из серии «Астробиблиотека» от 'АстроКА'



Астрономический календарь на 2005 год <http://astronet.ru>
 Астрономический календарь на 2006 год <http://astronet.ru/db/msg/1208871>
 Астрономический календарь на 2007 год <http://astronet.ru/db/msg/1216757>
 Астрономический календарь на 2008 год <http://astronet.ru/db/msg/1223333>
 Астрономический календарь на 2009 год <http://astronet.ru/db/msg/1232691>
 Астрономический календарь на 2010 год <http://astronet.ru/db/msg/1237912>
 Астрономический календарь на 2011 год <http://astronet.ru/db/msg/1250439>
 Астрономический календарь на 2012 год <http://astronet.ru/db/msg/1254282>
 Астрономический календарь на 2013 год <http://astronet.ru/db/msg/1256315>
 Астрономический календарь на 2014 год <http://astronet.ru/db/msg/1283238>
 Астрономический календарь на 2015 год <http://astronet.ru/db/msg/1310876>
 Астрономический календарь на 2016 год <http://astronet.ru/db/msg/1334887>
 Астрономический календарь на 2017 год <http://astronet.ru/db/msg/1360173>
 Астрономический календарь на 2018 год <http://astronet.ru/db/msg/1364103>
 Астрономический календарь на 2019 год <http://astronet.ru/db/msg/1364101>
 Астрономический календарь на 2020 год <http://astronet.ru/db/msg/1364099>
 Астрономический календарь на 2021 год <http://www.astronet.ru/db/msg/1704127>
 Астрономический календарь - справочник <http://www.astronet.ru/db/msg/1374768>



Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1211721>
 Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1228001>



Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)
<http://astronet.ru/db/msg/1236635>

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>
 Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>
 Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1219122>
 Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1225438>



Противостояния Марса 2005 - 2012 годы (архив - 2 Мб)
http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip



Календарь наблюдателя на апрель 2021 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



<http://www.nkj.ru/>



<http://astronet.ru>



<http://www.vokrugsveta.ru>



Вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на многих Интернет-ресурсах, например, здесь:

<http://www.astronet.ru/db/sect/300000013>
<http://www.astrogalaxy.ru>
<http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm>
<http://www.astro.websib.ru/sprav/jurnalN> (журнал + все номера КН)
<http://ivmk.net/lithos-astro.htm>
 ссылки на новые номера - на <http://astronomy.ru/forum>



Уважаемые любители астрономии!

Апрельское звездное небо оставляет все меньше времени для туманностей и галактик. Но таких объектов во втором месяце весны достаточно много. Виктор Смагин подробно рассказывает о туманных объектах месяца. «Апрель - какой-то совершенно удивительный месяц, особенно у нас на даче, в деревеньке. И если март в наших краях еще трудно отличить от зимы (особенно, по фотографиям, попробуй угадай, где тут март, а где середина января), то апрель развеивает любые сомнения по этому поводу. Огромное разнообразие апрельских галактик может отнять все свободное время, есть объект, не уступающий им в своем величии. Той далекой весной 1994 года, едва-едва переведя дух от первых успехов в созерцании знакомых и обнаружении незнакомых объектов в 150-мм инструмент, я уже знал, что истинной проверкой моего телескопа, вершиной всех предыдущих, а, отчасти, и будущих наблюдений станет именно он - квазар 3C 273 из созвездия Девы. Этот квазар - объект уникальный во всех смыслах, начать хотя бы с того, что он удален от нашей галактики на какое-то просто умопомрачительное расстояние - 2,5 миллиарда световых лет, то есть, в сорок раз дальше, чем скопление галактик в Деве и в тысячу - чем Туманность Андромеды! Но представим миллиард. Если из миллиарда малюсеньких кубиков с длиной ребра в 1 миллиметр собрать куб стороной в 1 метр - кубический метр, а затем попытаться его разобрать и укладывать кубики в линию, затрачивая на каждый кубик всего 1 секунду, на это потребуется 31 год, а длина такой линии составит тысячу километров. А это воспринимается уже с некоторым умственным усилием. Миллиард секунд или 31 год - время сравнимое с сознательной человеческой жизнью. Что уж говорить о миллиардах лет и о том расстояниях, которые свет преодолевает за это время.» Полностью статью можно прочитать в [апрельском номере журнала «Небосвод» за 2009 год](#). Не смотря на давность публикации, она актуальна и сейчас. Наблюдайте, делитесь впечатлениями и присылайте ваши статьи в журнал «Небосвод».

Ясного неба и успешных наблюдений!

Редакция журнала «Небосвод»

Содержание

- 4 Небесный курьер (новости астрономии)**
Mars Express обнаружил в районе южного полюса Марса еще несколько подледных озер
Владислав Стрекопытов
- 7 Взгляд сквозь черные дыры**
Иван Пармакли
- 11 Инструментальная фотометрия комет**
Сергей Шилов
- 15 Яркость изображений протяженных объектов**
Антон Горшков
- 20 К 60-летию полета человека в космическое пространство**
Королев и Гагарин
Г. С. Ветров
- 24 История современной астрономии**
Анатолий Максименко
- 30 Небо над нами: АПРЕЛЬ - 2021**
Александр Козловский

Обложка: WR32 и межзвездные облака в Киле
<http://www.astronet.ru/db/apod.html>

Звезды могут быть похожими на художников. Массивная активная звезда Вольфа-Райе создала эти живописные, похожие на кружева полукруглые волокна, используя вместо холста межзвездный газ. Эта туманность известна как WR32, она видна слева на картинке. Ветры и излучение от маленького звездного скопления NGC 3324 выдули полость размером в 35 световых лет вверху справа. Ее правая часть выглядит как профиль узнаваемого лица. Популярное название этой области – туманность Габриэля Мистраль, в честь известной чилийской поэтессы, лауреата Нобелевской премии. Вместе эти межзвездные облака находятся на расстоянии около 8 тысяч световых лет в Большой туманности Киля. В этой области со сложной структурой расположены многочисленные газовые и пылевые облака, принимающие вдохновляющие воображение формы. На телескопическом изображении запечатлено излучение ионизированных атомов серы, водорода и кислорода. Оно показано красным, зеленым и синим цветом согласно схеме раскраски, используемой для снимков Космического телескопа им.Хаббла.

Авторы и права: [Ариэль Каппеллетти](#)

Перевод: Д.Ю. Цветков

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

Издается с октября 2006 года в серии «Астробиблиотека» (АстроКА)

Гл. редактор, издатель: **Козловский А.Н.** (<http://moscowaleks.narod.ru> - «Галактика», <http://astrogalaxy.ru> - «Астрогалактика») сайты созданы редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

Обложка: **Н. Демин**, корректор **С. Беляков** stgal@mail.ru (на этот адрес можно присылать статьи)

В работе над журналом могут участвовать все желающие **ЛА России и СНГ**

Веб-ресурс журнала: <http://www.astronet.ru/db/author/11506>, почта журнала: stgal@mail.ru

Тема журнала на Астрофоруме - <http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,19722.0.html>

Веб-сайты: <http://astronet.ru>, <http://astrogalaxy.ru>, <http://astro.websib.ru>, <http://ivmk.net/lithos-astro.htm>

Сверстано 03.03.2021

© Небосвод, 2021

Mars Express обнаружил в районе южного полюса Марса еще несколько подледных озер

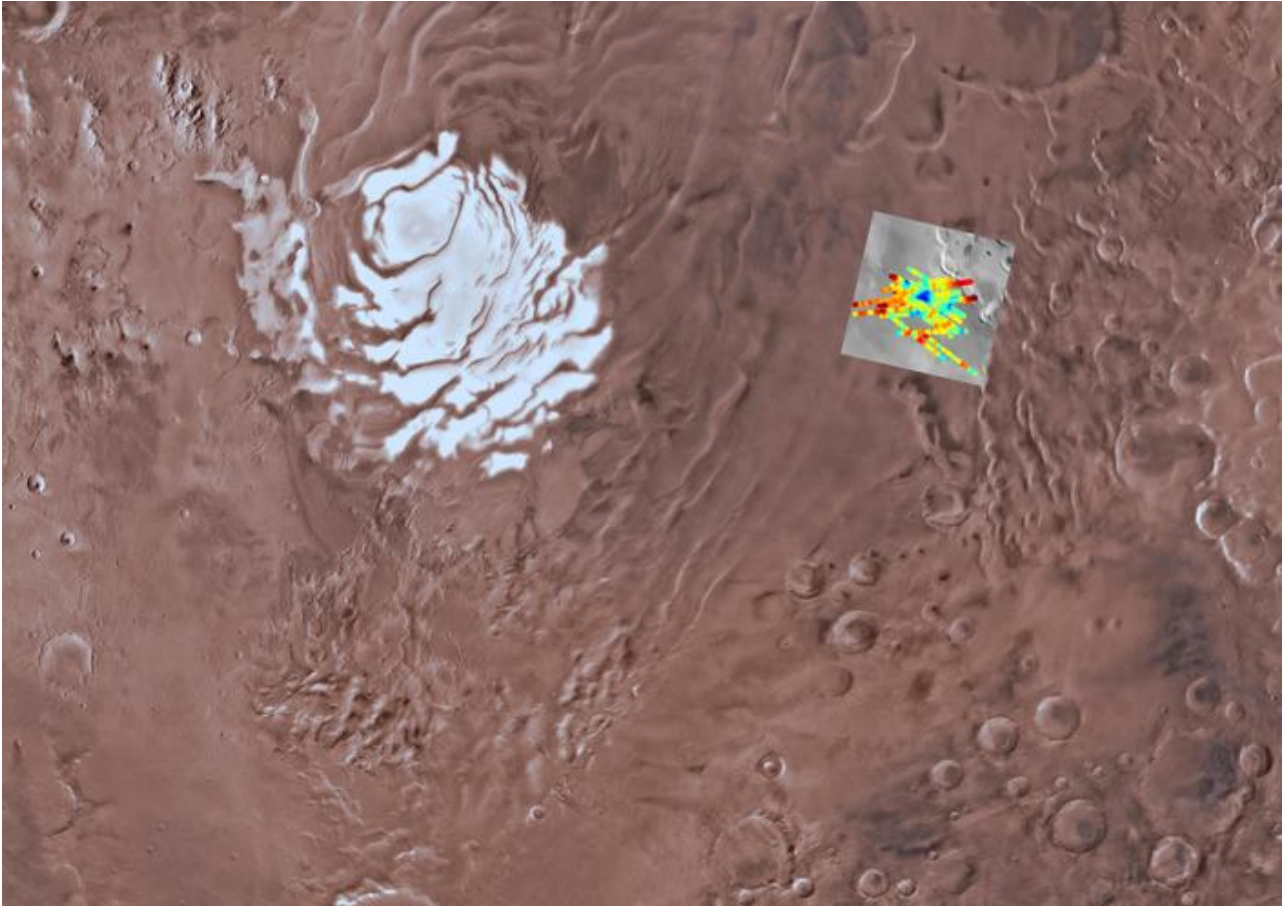


Рис. 1. Вид южной полярной равнины Марса Planum Australe, где радар MARSIS, установленный на аппарате Mars Express, обнаружил первое подледное озеро жидкой воды (показано синим цветом). Изображение с сайта en.wikipedia.org

В июле 2018 года ученые сообщили, что радар автоматической межпланетной станции Mars Express обнаружил под ледяной поверхностью южной полярной равнины Марса полость, предположительно заполненную жидкой водой. Такой вывод они сделали на основе анализа данных 29 пролетов над этой областью, произошедших в 2012–2015 годах. Это подледное озеро диаметром около 20 км, расположенное на глубине 1,5 км, стало первым известным постоянным водоемом на Красной планете. Новое исследование, объединяющее уже 134 наблюдения за период с 2012 по 2019 год, не только подтвердило наличие этого озера, но и выявило еще три.

Автоматическая межпланетная станция Mars Express Европейского космического агентства, работающая на орбите Марса с 2003 года, предназначена для изучения атмосферы, климата, структуры и геологии Красной планеты. Еще одна важная задача, стоящая перед этой станцией, — поиск следов воды. Для ее решения на борту установлен специализированный радар для зондирования ионосферы и

глубинных слоев марсианской поверхности MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding), разработанный учеными университета «Сапиенца» в Риме.

Это низкочастотный радарный эхолот и высотомер, который способен обнаружить жидкую воду или водяной лед на глубине до 5 км под поверхностью. В основе его работы заложен тот же метод, который на Земле был опробован для построения подледной топографии и поиска подледниковых озер в Антарктиде, Гренландии и канадской Арктике, — измерение эхосигналов радиоволн (см. Radioglaciology).

Внутренние отражения радиосигнала, возникающие в толще ледника, позволяют воссоздать стратиграфию ледовой толщи и выявить в ней зоны нарушений, а характер отражения от нижней границы — определить, что находится подо льдом: плотная порода, рыхлый материал или жидкость.

Зондирование с помощью MARSIS южной полярной области показало Марса, что район вокруг южного полюса покрыт слоистой толщей водяного льда (чистого или с примесью пыли от 10 до 20%) общей мощностью около 1,5 километров. В какой-то степени ее можно считать аналогом вечной мерзлоты на Земле. Сверху эта толща сезонно

покрывается слоем сухого льда — твердого диоксида углерода CO_2 — толщина которого в зимнее время достигает 1 м.

В одном месте под слоистым покровом мерзлоты радар зафиксировал область мощного усиления отраженного сигнала размером 20 на 30 км. Сопоставив свойства отраженного сигнала и диэлектрическую проницаемость области, итальянские планетологи, управляющие работой MARSIS и обрабатывающие результаты его наблюдений, пришли к выводу, что это карман с озером жидкой воды (R. Orosei et al., 2018. Radar evidence of subglacial liquid water on Mars). Прибор не смог точно определить глубину озера, но она должна составлять минимум один метр, иначе радар не увидел бы его.

Построив температурный профиль под поверхностью в этой области, ученые оценили температуру озера в $-68,15^\circ\text{C}$. При этом исследователи исходили из предположения, что температура внутри ледяной толщи меняется линейно от 160 К на поверхности до 170–270 К (в зависимости от толщины слоя льда) в ее основании.

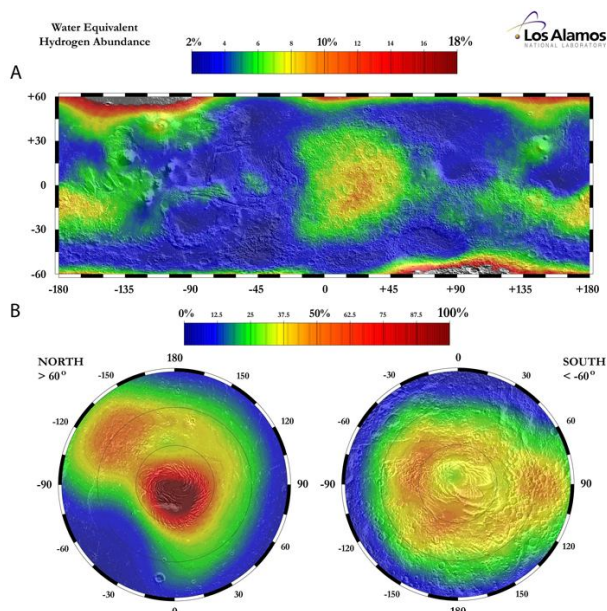


Рис. 2. Содержание водяного льда в приповерхностном слое Марса, измеренное аппаратом Mars Odyssey в низких широтах (А) и полярных областях (В). Массовые проценты льда получены путем пересчета на эквивалент воды данных по водороду, полученных нейтронным спектрометром HEND (High Energy Neutron Detector) в период с февраля 2002 года по апрель 2003 года. Изображение с сайта mars.nasa.gov

Чтобы оставаться жидкой при таких низких температурах, вода в озере должна быть очень соленой. По мнению авторов, озеро может быть заполнено насыщенным раствором перхлоратов магния, кальция и натрия. Такие растворы могут оставаться жидкими и при более низких температурах. В 2008 году космический аппарат НАСА «Феникс» обнаружил перхлораты в почвах северной полярной области Марса. Кроме того, устойчивости жидкой фазы способствует давление огромной толщи льда, так как озеро не имеет выхода на поверхность.

В 2018 году открытие итальянских ученых многие восприняли скептически. Во-первых, наблюдений было очень мало, чтобы делать однозначные выводы. Во-вторых, существование единственного

подледникового озера могло быть связано с особыми локальными условиями, например, с когда-то действовавшим под ледяным покровом вулканом.

Исследователи, работающие в проекте MARSIS, продолжили поиски и теперь объявили уже о достоверном открытии целой системы подледниковых озер в районе Ultimi Scopuli в южной полярной области Марса. А это означает, что процесс их образования не является уникальным и подобные озера могут присутствовать и в других местах, а Красная планета может обладать огромной подповерхностной гидросферой. Работа опубликована в журнале Nature Astronomy.

До этого больше говорили не о гидросфере, а о криолитосфере Марса, так как считали, что вся вода здесь находится в твердом состоянии. Аппараты Mars Global Surveyor, Mars Odyssey, Mars Reconnaissance Orbiter и Mars Express подтвердили повсеместное присутствие льда в приповерхностном слое Марса, в том числе в средних широтах. А радиолокатор подземного зондирования SHARAD станции Mars Reconnaissance Orbiter (предшественник радара MARSIS) показал, что это действительно водяной лед.

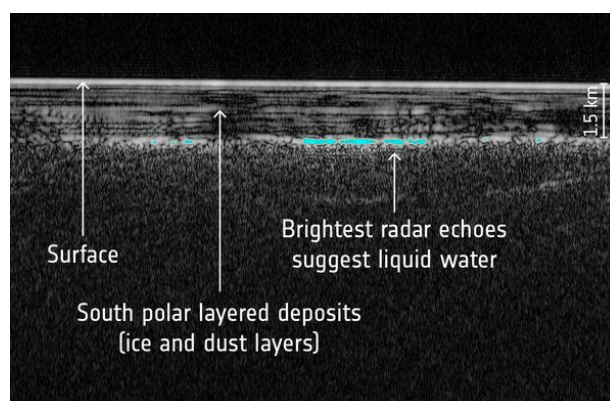


Рис. 3. Разрез южной полярной области Марса, построенный по данным MARSIS. Голубым отмечено местоположение жидких озер в основании ледового слоя. Изображение с сайта esa.int

Большая часть этого льда находится под слоем поверхностных отложений, поскольку при нынешних климатических условиях лед не может стабильно существовать на поверхности — быстро испаряется. Только в приполярных областях температура достаточно низкая для стабильного существования льда в течение всего года — это полярные шапки Марса. Нижняя их часть, сложенная водяным льдом с небольшим количеством пыли, не меняется в течение марсианского года, а вот верхняя часть, мощностью около 1 м, состоящая из замороженного углекислого газа (сухого льда), зимой разрастается, а летом тает. Еще одним исключением являются некоторые кратеры, такие как кратер Королёв, на дне которых лед защищен от испарения слоем холодного воздуха (см. Лед в кратере Королёв).

По мнению большинства планетологов, в первые эпохи своего существования Марс был похож на Землю. У него была густая атмосфера, океаны из воды и достаточно мягкий климат. Но такие условия там просуществовали недолго — примерно 3,6 млрд лет назад, в начале гесперийского периода начались активные вулканические и тектонические процессы, а к концу этого периода, примерно 3 млрд лет назад

Марс лишился магнитного поля и, как следствие, атмосферы, став безжизненной планетой.

Радар MARSIS фиксирует отраженные радиоволны не только от верхней, но и от нижней поверхности ледяного щита, работая и как высотомер, и как георадар. Исключительно ровная и отчетливая отражающая поверхность на глубине около 1,5 километров под слоистой ледяной толщей указала ученым на наличие жидкой воды (рис. 3).

Для выявления подледных озер ученые использовали три главных параметра отраженных от подледной границы радиосигналов: интенсивность, остроту и вариабельность интенсивности. Участки, где высокая интенсивность сигнала сочетается с отчетливыми пиками и резкой сменой вариабельности в районе 6 дБ (именно такая смена интенсивности характерна для границы между твердой и жидкой фазами), с большой вероятностью расположены подледные водоемы (рис. 4).

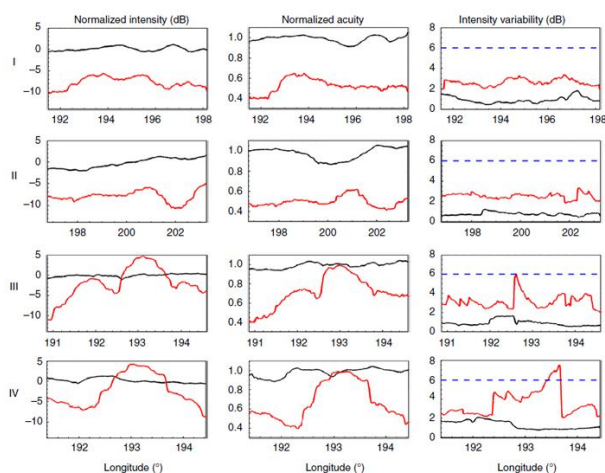


Рис. 4. Профили отраженных радиосигналов: I и II — без подледных озер; III и IV — с подледными озерами. Параметры (слева направо): нормализованная интенсивность (в дБ), нормализованная острота, вариабельность интенсивности (в дБ). Черные и красные линии — значения для экосигнала, отраженного от верхней (черные) и базальной (красные) поверхностей ледяной толщи. По горизонтали — долгота в 360-градусной системе координат. Рисунок из обсуждаемой статьи в *Nature Astronomy*

Однако, даже в пределах обозначенных контуров озер значения вариабельности не везде превышают 6 дБ, а колеблются в диапазоне от 4 до 6 дБ. По мнению авторов, это означает, что часть объема озер заполнена не жидкой фазой в чистом виде, а смесью жидкой и твердой фаз. Как вариант, это может быть и пористый грунт, пропитанный водой.

Все озера, обнаруженные учеными, приурочены к одному горизонту, и скорее всего — судя по расположению — ранее были соединены между собой. Местоположение подледных озер, выявленных эхолотом, было подтверждено путем количественной оценки относительной диэлектрической проницаемости подледного материала на площади около 10 тыс. км² (рис. 5). Диэлектрическая проницаемость, по которой можно судить о составе и плотности этого материала, была получена из мощности отраженного сигнала в основании ледяной толщи. Так как мощность излучателя MARSIS была откалибрована в земных условиях, исследователи говорят о диэлектрической проницаемости только в терминах относительных величин.

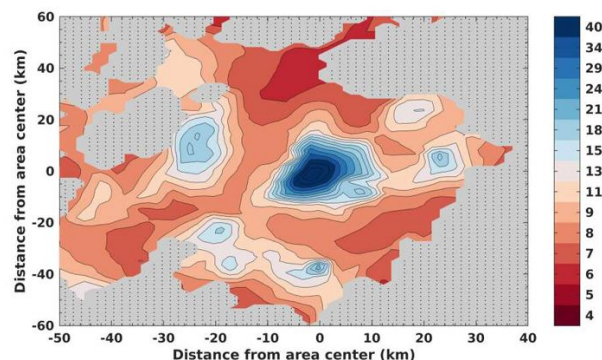


Рис. 5. Карта относительной диэлектрической проницаемости района, в котором обнаружены марсианские озера. Значения выше 15 (по правой шкале) указывают на наличие жидкой воды. Рисунок из обсуждаемой статьи в *Nature Astronomy*

Общая площадь, которую занимают озера, по оценкам исследователей, составляет 75 тыс. км².

Что касается природы озер, то авторы отвергают версию о локальной магматической активности под областью Ultimi Scopuli, так как они не зафиксировали здесь никакой геотермальной аномалии или даже локального теплового потока. Они объясняют существование жидкой фазы в основании ледового слоя высокой концентрацией растворенных солей в растворах.

По мнению исследователей, в основании ледового слоя могут находиться многочисленные озера, в которых, по аналогии с подледным озером Восток в Антарктиде, могли сохраниться микробы, которые обитали на поверхности Красной планеты, когда у нее был более теплый климат и жидкая вода на поверхности.

По их расчетам, растворимость свободного кислорода в этих рассолах может до шести раз превышать минимальный уровень, необходимый для микробного дыхания, а значит можно ожидать здесь обнаружение не только экстремофилов и анаэробов, и даже аэробных микробов.

Но для начала существования самих подледных озер должны подтвердить независимые наблюдения китайской миссии «Тяньвэнь-1», которая выйдет на орбиту Марса в феврале 2021 года. На борту станции находится радарное оборудование, которое по своим возможностям не уступает MARSIS и SHARAD.

Источник: Sebastian Emanuel Lauro, Elena Pettinelli, Graziella Caprarello, Luca Gullini, Angelo Pio Rossi, Elisabetta Mattei, Barbara Cosciotti, Andrea Cicchetti, Francesco Soldovieri, Marco Cartacci, Federico Di Paolo, Raffaella Noschese, Roberto Orosei. Multiple subglacial water bodies below the south pole of Mars unveiled by new MARSIS data // *Nature Astronomy*. 2020. DOI: 10.1038/s41550-020-1200-6.

Владислав Стрекопытов,

https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5272006/Vladislav_Strekopytov

ВЗГЛЯД СКВОЗЬ ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

Аннотация

В данной статье автор освещает процессы, происходящие в различных типах звезд на всех этапах их эволюции. Особая роль отводится самым загадочным объектам в космосе – черным дырам, представляющим собой конечную стадию существования сверхмассивных звезд. В статье автор выдвигает гипотезу об этом этапе превращения сверхмассивной звезды в черную дыру, излагает свое видение ее сингулярности и аргументирует свои выводы.

Ключевые слова: Вселенная, звезда, черная дыра, сингулярность, пространство-время.

Abstract

In this article, the author highlights the processes occurring in various types of stars at all stages of their evolution. A special role is given to the most mysterious objects in space - black holes, which represent the final stage of the existence of supermassive stars. In the article, the author puts forward a hypothesis about this stage of transformation of a supermassive star into a black hole, presents his vision of its singularity and comments on his conclusions.

Key words: Universe, Star, Black hole, Singularity, Space-time.

«Наука не является и никогда не будет являться законченной книгой».
Альберт Эйнштейн

Человечество вступило в третье тысячелетие – двадцать первый век. Научный прогресс сделал возможным то, что еще 100 лет назад казалось неосуществимой мечтой, фантастикой. Но до сих пор нет ответа на главные вопросы, над которыми бились еще философы древности, – как устроен наш мир? Кто мы в нем? Как и прежде, мы похожи на первобытного человека, который, вглядываясь в небо, пытался разгадать великие тайны Вселенной.

Науке на сегодняшний день известно, что срок жизни любой звезды определяет ее масса. На первой стадии развития, когда звезда формируется из газового облака, температура в ядре поднимается до нескольких миллионов градусов. Затем в ней начинается реакция превращения водорода в гелий. Пока водород сгорает, звезда находится на основном этапе своей жизни, который занимает примерно 90% ее существования. Этот период называют этапом главной последовательности. Когда водород внутри звезды заканчивается, она переходит на следующий этап, в котором ее дальнейшая судьба зависит только от массы.

У небольших звезд типа нашего Солнца ядро нагревается до температуры около 100 млн. градусов, после чего гелий превращается в углерод и кислород. В этом случае оболочка раздувается настолько, что в результате рождается красный гигант (рис. 1).

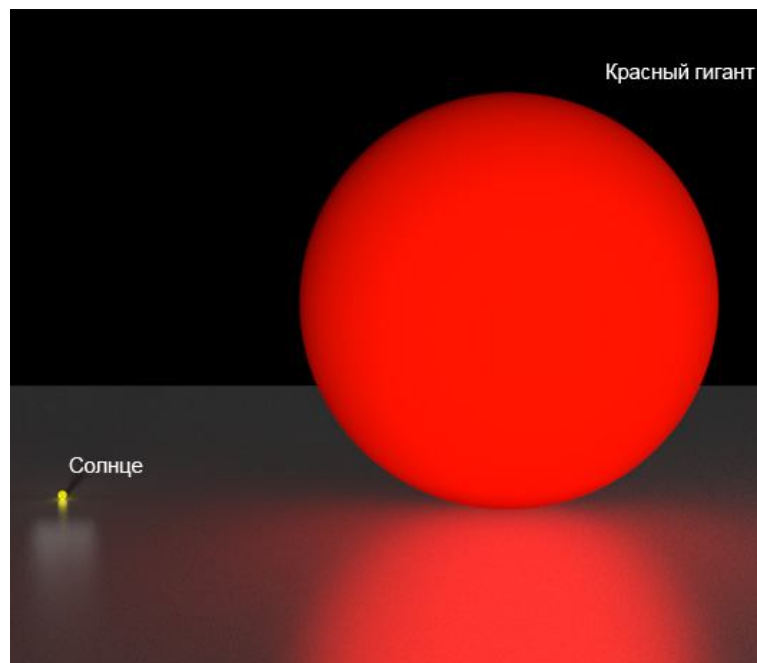


Рисунок 1. Солнце в сравнении с красным гигантом.

Эта стадия проходит в 10 раз быстрее этапа горения водорода и занимает примерно 10% от всего времени жизни звезды. После выгорания гелия, сверхплотное ядро превращается в белого карлика (рис 2), а прежняя оболочка расширяется и выбрасывается. Но из-за нехватки гравитации маломассивные звезды не способны разогреть свою центральную область, а углерод и кислород не могут продолжить горение.

Однако в звездах, чья масса превышает солнечную более чем в 10 раз, температура достигает нескольких миллиардов градусов и в них начинается реакция с образованием неона, магния и более тяжелых элементов вплоть до железа. В результате, в центре образуется железное ядро, которое растет до тех пор, пока объект не теряет устойчивость и гравитация не «схлопывает» эту звезду.

Ее центральная область сжимается, превращаясь либо в нейтронную звезду с плотностью до миллиарда тонн на 1 куб.см. (рис 3), либо в черную дыру с плотностью, стремящейся к бесконечности (рис 4). Черные дыры являются одними из самых удивительных и загадочных объектов окружающего нас космоса.

Строение белого карлика

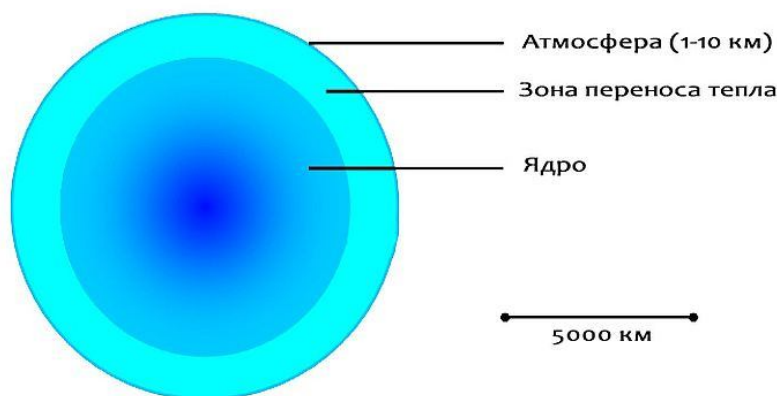


Рисунок 2. Строение белого карлика.



Рисунок 3. Строение нейтронной звезды



Рисунок 4. Строение черной дыры.

Чёрная дыра – область пространства-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть ее не могут даже

объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе и кванты самого света. Граница этой области называется горизонтом событий, а её характерный размер – гравитационным радиусом. После своего образования чёрная дыра немедленно принимается поглощать умирающую звезду. Остаток звезды начинает вращаться вокруг чёрной дыры, образуя аккреционный диск, который чёрная дыра поглощает с огромной скоростью. Она не в состоянии поглотить быстро такое большое количество вещества, поэтому выбрасывает часть его обратно со скоростью, близкой к скорости света. При этом из чёрной дыры вырываются два направленных луча гамма-излучения, которые пробиваются сквозь внешний слой звезды и излучаются в космос. Это очень мощный поток гамма-лучей, ни с чем не сравнимый во вселенной по яркости. При обычном взрыве сверхновой выделяется столько энергии, сколько Солнце выделяет за 10 млрд лет своей жизни, а выброс гамма-лучей в 100 млн раз ярче, чем сверхновая. Это для сравнения.

Итак, гиперновые при взрыве в конце своей жизни образуют чёрные дыры – это самая большая загадка космоса на сегодняшний день. Что же находится внутри этой незнакомой физике системы?

Чёрной дырой именуется определённая область пространства-времени во Вселенной. Это не твёрдое и не газовое тело. Данная область не является лишь пространственной единицей. Это объект, который искажает как три понятных нам измерения (длину, ширину и высоту), так и временную шкалу. Учёные считают, что в районе горизонта событий время принимает пространственное значение и может двигаться как вперёд, так и назад. Пространство-время сильно искривлено из-за огромной гравитации объекта. Чёрная дыра является единственным объектом в космосе, притягивающим свет. Световые кванты, попадающие туда, не просто исчезают – их масса умножается на массу сингулярности, а это делает её ещё больше и увеличивает её гравитационные силы. Основой образования точек невозврата является гравитация, величина которой там в миллионы раз превосходит земную.

Представление о том, что такое чёрная дыра, подарил миру Карл Шварцшильд. По его мнению, она может образоваться в любой точке пространства, при этом материальный объект, имеющий сферическую форму, должен достичь гравитационного радиуса. Законы физики и геометрии отлично действуют на Земле, но полностью теряют свою значимость на горизонте событий. Именно поэтому с математической точки зрения невозможно рассчитать внутренние составляющие чёрной дыры.

Осмелюсь поразмышлять над тем, что же представляет собой сингулярность, находящаяся внутри чёрной дыры, из чего она может состоять и во что превращается вещество или материя в чёрной дыре. Если мы разгадаем эту загадку, то можем узнать, что же представляла собой сингулярность Вселенной до момента Большого взрыва.

В случаях с небольшими звёздами и сверхновыми вроде всё понятно: после взрыва вещество звезды или её ядра теряет внутриатомное пространство и материя уплотняется из-за гравитации до известного науке состояния в виде белого карлика или нейтронной звезды. Что касается взрывов гиперновых и образования чёрных дыр после них, то здесь всё обстоит иначе. Давайте обратимся к известной формуле, выведенной Эйнштейном в начале прошлого столетия: $E=mc^2$, где E – это энергия, m – масса, а c – скорость света. Из данной формулы можно вывести и массу следующим образом: $m=E/c^2$. Эквивалентность массы и энергии — физическая концепция теории относительности, согласно которой полная энергия физического объекта равна его массе, умноженной на размерный множитель квадрата скорости света в вакууме. Исходя из этого, делаем вывод, что энергия и масса являются разными формами одного и того же явления. Материя и энергия могут переходить друг в друга. С точки зрения физики вообще бессмысленно их разделять. Энергия проявляет себя полностью как масса - обладает инерцией и гравитационным притяжением. Например, есть протон, который состоит из трех кварков, массы которых в сумме (12 МэВ) гораздо легче массы самого протона (939 МэВ). Если Вы заметили, даже массы частиц измеряют в электронвольтах, - энергетических единицах, - а в нормальные единицы их переводят с помощью вышеупомянутой формулы: $E=mc^2$. Исследования подтверждают, что при сближении электрона и позитрона они аннигилируют, то есть исчезают. При этом излучаются два гамма-луча, что опять подтверждает преобразование массы в энергию. Можно подытожить вышесказанное таким выводом, что материя и энергия эквивалентны. При трансформации материи в энергию сохраняется свойство гравитации и искривления пространства-времени, присущее материи, трансформированной в энергию.

К слову сказать, переход материи в энергию частично воплощен в атомной бомбе, где частицы материи разрушаются, высвобождая при этом огромное количество энергии. При реакции деления ядер атомов тяжелых элементов (например Урана), общая масса образовавшихся «осколков» оказывается меньше, чем масса разделившегося

ядра. Получается, что часть массы ядра превратилась в энергию, которую мы называем атомной.

Превращение материи в энергию можно наблюдать в своих руках. Зажгите спичку и убедитесь в этом. При горении выделяется энергия от потери массы, но она незначительна по сравнению с реакцией распада ядра. Огонь - результат химической реакции горения. Как и в ядерной реакции, при горении сумма масс продуктов реакции меньше исходной массы горючего и окислителя (последним чаще всего служит кислород воздуха). Разность начальной и конечной масс превращается в кинетическую (тепловую) энергию продуктов реакции. Продукты реакции и раскаленные ими до высоких температур частицы углерода создают пламя, излучая видимый глазом свет. В огне химических реакций происходит то же эйнштейновское преобразование массы в энергию, что и, например, в звездах. К тому же и сам свет, как энергия, рождается в недрах вещества в ходе термоядерной реакции в ядрах звезд.

Можно проследить за превращением энергии в материю и наоборот на примере собственного организма. Начнем с фундаментальных принципов.

Основой биологической жизни на земле является фотосинтез – сложный химический процесс преобразования энергии света в энергию химических связей органических веществ при участии фотосинтетических пигментов. В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция – совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в различных эндогенных реакциях. Если доступнее – энергия квантов света превращается в органическое вещество, которое животный мир потребляет в пищу, в том числе и после перевода его в мясopодукты. В результате переработки пищи организмом, материя переводится в энергию, необходимую для жизнедеятельности организма, или, как мы привыкли, в калории, которые представляют собой меру обеспечения организма энергией. Функции каждой калории заключаются в том, чтобы обеспечить питанием клетки и органы. Так, углеводы расщепляются до состояния глюкозы, которая выполняет потребность организма человека в энергии. Избыток ее хранится в виде гликогена, необходимого для долгосрочных потребностей и для работы головного мозга. И вообще под калорийностью, или энергетической ценностью пищи подразумевается количество энергии, которое получает организм при полном ее усвоении.

Во всем процессе существования Вселенной и органической жизни прослеживается трансформация энергии в материю и наоборот. Энергия – это душа материи.

Вернувшись к чёрным дырам, можно предположить, что сингулярность есть энергетическая составляющая искажённой области пространства-времени. Гиперновые при взрыве, в результате мощнейшего гравитационного коллапса, превращают вещество или материю ядра звезды в энергию.

Процесс материально-энергетической трансформации чёрной дыры может происходить с точностью до наоборот в сравнении с так называемым Большим взрывом, в результате которого энергия трансформировалась в материю окружающей нас Вселенной. Это означает, что при гравитационном коллапсе сверхмассивной звезды, сначала атомы распадаются на атомные ядра и электроны.

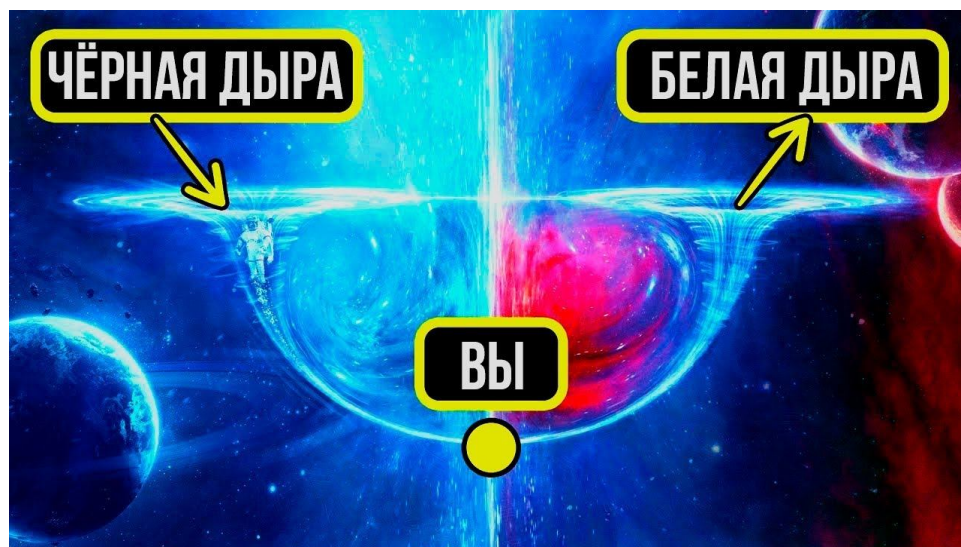


Рисунок 5. Белая дыра – противоположность черной дыре.

Впоследствии, атомные ядра продолжают распадаться на протоны и нейтроны, затем распадаются сами протоны и нейтроны на составляющие их кварки. В этот момент фундаментальные силы объединяются и перестают работать известные нам законы физики, после чего вся материя бывшей звезды трансформируется в энергетическую субстанцию, называемую сингулярностью.

Между прочим, если исходить из теории струн, а именно из того, что каждая элементарная частица представляет собой определенный способ вибрации мельчайших энергетических нитей в виде известных нам струн музыкальных инструментов, то можно представить себе, что при гравитационном коллапсе сверхмассивной звезды, все энергетические составляющие элементарных частиц, - так называемые струны, - сливаются вместе в одну маленькую энергетическую точку. В таком случае, сингулярность можно представить себе, как собранные воедино энергетические струны.

Возьму на себя смелость предположить, что при Большом взрыве не вся энергия трансформировалась в материю. Часть ее сохранилась и была разбросана по просторам зарождающейся Вселенной. Обладая мощной гравитацией или искривлением пространства-времени, эти немалые частицы энергии создавали вокруг себя галактики, превращаясь со временем в сверхмассивные чёрные дыры, которые находятся в центре большинства галактик по сегодняшний день, - преимущественно спиралевидных, - характеризующихся суммарным вращательным моментом.

Можно допустить, что внутри чёрной дыры образуются совсем иные миры и они могут состоять из антивещества, которое ныне не знакомо учёным. Существует предположение, что сфера невозврата – это лишь портал, который ведёт либо в другой мир, либо в другие точки нашей Вселенной.

Возможен вариант, что материя, трансформированная в энергию чёрной дырой, вновь материализуется через так называемые белые дыры (рис.5), которые эту материю выбрасывают в окружающее пространство или создают новые вселенные, и в таком случае вселенных должно быть великое множество (рис. 6). Ведь нельзя исключить, что сингулярность чёрной дыры может служить зародышем будущей вселенной.

Гипотетически можно предположить ещё немало вариантов, но оставим эту тему для размышления нашим читателям...



Рисунок 6. Гипотетическая Мультивселенная.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Стивен Хокинг: «Черные дыры и молодая Вселенная. Космическое путешествие сквозь пространство и время», издательство АСТ, 2017.
2. Стивен Хокинг и Леонард Млодинов: «Кратчайшая история времени на перекрестке астрофизики и философии», издательство АСТ, Москва 2005.
3. Преториус Франс, Габсер Стивен: «Маленькая книга о черных дырах», издательство Питер, 2019.
4. Митио Каку: «Параллельные миры. Об устройстве мироздания, высших измерениях и будущем космоса», дата выхода: 2005, дата перевода: 2017, Издательство: Альпина Диджитал.
5. При работе над статьей автор использовал материалы из ru.wikipedia.org.

Иван Пармакли, астрофизик
Молдова, iparmakli@mail.ru

Инструментальная фотометрия комет

Как свидетельствует теория кометных атмосфер, атмосфера любой кометы формируется в результате сублимации поверхностного слоя кометных льдов той или иной химической природы под действием солнечного излучения. При этом по химическому составу и физическим характеристикам она условно делится на два слоя - внутреннюю кому и внешнюю или видимую кому, которую ещё называют комой радикалов. Во внутренней коме, формируемой вследствие сублимации льдов ядра кометы, происходят наиболее интенсивные физико-химические процессы: химические реакции, диссоциация и ионизация сложных молекул различных газов. На основании динамических свойств вещества внутренняя кома, в свою очередь, делится на пристеночный слой и околоядерную область.

В пристеночном слое движение частиц происходит под действием двух фазовых переходов: испарения и конденсации на ледяной поверхности ядра. Околоядерная область представляет собой область газодинамического движения вещества, хорошо описываемого уравнениями газодинамики.

По структуре и химическому составу внутренняя кома в основном состоит из сложных молекул органических и неорганических веществ, находящихся в газообразном состоянии, называемых родительскими. Эти молекулы в поле солнечной радиации оказываются неустойчивыми и под воздействием последней диссоциируют на простые и более устойчивые молекулы - радикалы, называемые дочерними. Данные молекулы - радикалы более простых элементов и соединений формируют внешнюю кому кометы, которая по динамическим свойствам условно делится на переходную область и область свободно-молекулярного разлёта.

На размеры этих двух ком заметно влияет гелиоцентрическое расстояние кометы. На расстоянии в 1 а.е. от Солнца средний диаметр внутренней комы составляет $D_{\text{л}} \approx 10^4$ км, внешней - $D_{\text{л}} \approx 10^5 \div 10^6$ км.

Наблюдения внутренней комы дают весьма ценную информацию, позволяющую судить о строении ледяного ядра кометы и его физико-химических свойствах. Однако наблюдения этой комы несколько затруднительны, так как молекулярные спектры газов большей частью нужно наблюдать в радио и инфракрасной областях спектра. В видимой области спектра газы внутренней комы светят отражённым солнечным светом. Кроме того, видимый диаметр этой комы на гелиоцентрическом расстоянии 1 а.е. составляет всего 0,5 угловой минуты, в то время как видимый диаметр внешней комы может достигать от нескольких угловых минут до нескольких десятков угловых минут.

Видимая (внешняя) кома вместе с фотометрическим ядром (центральной конденсацией) образует голову кометы.

Как показывают многочисленные спектральные наблюдения кометных атмосфер спектр видимой комы любой кометы является эмиссионным. Анализ этих спектров показал, что на гелиоцентрических расстояниях $r \leq 3$ а.е. за свечение головы кометы в той или иной области спектра в основном отвечают эмиссионные полосы светящихся молекул различных химических элементов и соединений, присутствующих во внешней коме. Причём интенсивность этих полос заметно растёт с приближением кометы к Солнцу и на расстояниях $r \leq 2$ а.е. превосходит, порой значительно, интенсивность континуума. Механизм возникновения эмиссионных полос в кометных атмосферах - резонансная флуоресценция кометных газов - был расшифрован ещё в 1934 г. Вурмом К. и Мекке Р.

Всю информацию о физических характеристиках кометных атмосфер несет излучаемый ими свет, который в астрофизике интерпретируется как блеск кометы, измеряемый в звездных величинах. Существует несколько типов звездных величин, в зависимости от применяемого приемника световой энергии: визуальные, фотографические, фотовизуальные, фотоэлектрические. Измерение блеска любого небесного объекта является важнейшей задачей в астрофизике.

В настоящей статье, которая является третьей из цикла статей о наблюдениях комет, я расскажу приборах и методах инструментального определения их блеска. Повторюсь, наблюдение комет - ответственная работа, требующая у наблюдателя максимальной собранности и внимания. Ее приходится проводить в любое время наблюдательной ночи. Исследования только тогда будут иметь научную ценность, когда они проведены, за весь период наблюдений, по единой программе и с использованием одной и той же аппаратуры. Текущие наблюдения необходимо заносить в астрономический дневник. Поэтому заведите его.

Подготовка к наблюдениям

Прежде всего необходимо определиться, что мы будем наблюдать. Информацию о кометах, которые видны в настоящее время вы можете узнать на сайте «Астронет», в астрономических календарях на текущий месяц и ежегодниках. Но не всякая комета подойдет для визуальных фотометрических наблюдений, в отличие от фотоэлектрических. Хвостатые странницы с блеском более $m = 9^m,0$ для исследования будут весьма затруднительны в силу своей слабости.

Кроме того, даже более яркие кометы, но находящиеся очень низко над горизонтом, будут либо недоступны, либо затруднительны для наблюдений. Не стоит сбрасывать со счетов

погодные условия и общее состояние неба. Поэтому, выбирайте для наблюдения объект, находящийся на достаточной высоте над горизонтом. Фотометрические наблюдения комет необходимо проводить вдали от городской засветки при хороших атмосферных условиях. Стоит также учесть влияние Луны на небо в момент наблюдения. При фазах больше 0,4 наблюдения проводить не рекомендуется. Необходимо дождаться, по возможности, захода Луны за горизонт.

Перед тем как начать наблюдения необходимо установить местоположение кометы на небесной сфере. И здесь незаменимым помощником может стать виртуальный планетарий Stellarium со встроенным каталогом, содержащим информацию о небесных объектах с блеском $m_v = 10^m,5$, установленный на вашем компьютере. Он отображает звездное небо в режиме реального времени. Его можно приобрести в любом специализированном астрономическом магазине. Используя звездные карты астрономического календаря с положением наблюдаемой кометы необходимо определить ее местоположение на соответствующем участке звездного неба виртуального планетария и можно начинать наблюдения.

Аппаратура и методика визуальной инструментальной фотометрии комет.

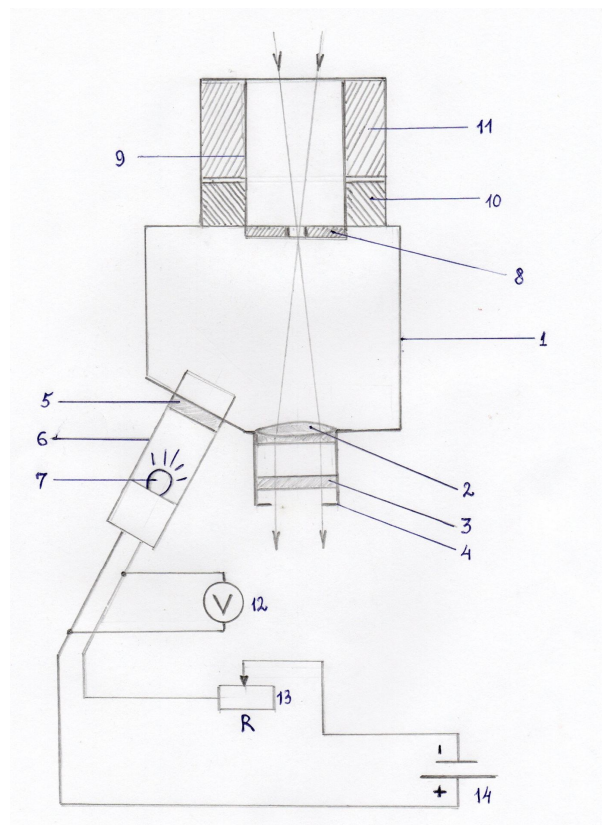
Для инструментальной фотометрии комет, вне зависимости от приемника света (человеческий глаз или ПЗС – приемник), необходим наблюдательный комплекс, который будет состоять из телескопа и фотометра (визуального или цифрового фотоэлектрического). Подойдут любые светосильные (не более $A = 1/8$) астрономические инструменты : телескопы-рефракторы, телескопы – рефлекторы, менисковые телескопы Максутова и камеры Шмидта. Телескоп обязательно должен быть снабжен хорошо отцентрированным оптическим искателем. Монтровку телескопа необходимо брать с часовым приводом. Безусловно вам также будет необходим бинокль или ТЗК (если есть в наличии). Он вам понадобится, для того чтоб найти комету на звездном небе, так как подавляющее их большинство невидимы невооруженным глазом.

Теперь подробнее о самом визуальном фотометре. Здесь я предлагаю разработанный и сконструированный мной в рамках своего дипломного проекта визуальный сравнительный фотометр Шилова.

Визуальный сравнительный фотометр Шилова

1. Корпус фотометра (матовая черная внутренняя поверхность)
2. Ахроматический однолинзовый окуляр
3. Голубой сглаживающий светофильтр (средней плотности)
4. Трубка окуляра
5. Матовый белый светофильтр
6. Корпус осветителя
7. Осветительная лампа

8. Белая диафрагма с внутренним диаметром 2 мм., расположенная в фокальной плоскости окуляра
9. Окулярная трубка с посадочным диаметром 20 мм.
10. Муфта для крепления окулярной трубки
11. Кольцо – переходник с посадочный диаметром 1,25"
12. Вольтметр
13. Потенциометр
14. Источник питания



Принцип действия данного фотометра основан на сравнении поверхностных яркостей белой диафрагмы, освещаемой лампой-осветителем, и внефокального диска небесного объекта, в диафрагму проваливающегося. Поскольку белая диафрагма расположена в фокальной плоскости окуляра, глаз наблюдателя одинаково четко будет видеть и диафрагму и внефокальный диск звезды. Освещенность белой диафрагмы будет меняться за счет изменения яркости лампы-осветителя. Напряжение U в цепи лампы-осветителя измеряется с помощью вольтметра.

В процессе наблюдения астроном-наблюдатель, посредством потенциометра, меняет яркость лампы-осветителя и соответственно освещенность белой диафрагмы добиваясь совпадения поверхностных яркостей внефокального диска наблюдаемого объекта, проваливающегося в диафрагму, и самой диафрагмы. После чего им снимается показание U вольтметра. Данное показание напряжения U будет соответствовать блеску m наблюдаемого объекта . Поскольку приемником световой энергии от звезды является глаз наблюдателя, то измеряемая звездная величина будет визуальной.

Для визуальной инструментальной фотометрии комет на данном фотометре мной реализован метод Сигдвика. Суть метода заключается в сравнении

фокального изображения кометы с внефокальными изображениями звезд сравнения, имеющими такие же размеры, что и комета в фокусе. Для снижения паразитного влияния на измерение блеска кометы ее фотометрического ядра, изображение последней слегка дефокусируется.

Предварительно необходимо, используя бинокль или ТЗК, найти исследуемую комету и звезды сравнения на небе.

Далее наводим телескоп на комету так, чтобы ее изображение оказалось в центре поля зрения, ограниченном белой диафрагмой (в центре диафрагмы) и добиваемся совпадения поверхностных яркостей кометы и белой диафрагмы. Снимаем показание вольтметра U_k . После чего наводим телескоп на первую звезду сравнения так, чтобы она оказалась в центре диафрагмы, и выводим окуляр фотометра из фокуса телескопа до тех пор, пока размер внефокального диска звезды не станет сравним с размером фокального изображения кометы (этот размер предварительно запоминается). Далее добиваемся совпадения поверхностных яркостей белой диафрагмы и внефокального диска звезды сравнения. Снимаем показание U_1 вольтметра, которое соответствует ее блеску m_1 . Проводим последовательное измерение всех выбранных звезд сравнения вышеуказанным способом. Мы получим несколько пар значений блеска m и показаний вольтметра U для звезд сравнения. Для кометы будет только значение U_k . На миллиметровой бумаге строим график зависимости $m = f(U)$ в прямоугольной системе координат, в которой осью абсцисс служат отсчеты U (по горизонтали), а осью ординат - значения звездных величин m (по вертикали). По значению отсчета U_k для кометы на кривой функции $m = f(U)$ находим значение визуальной звездной величины кометы $m_{\text{кометы}}$.

Если интервал звездных величин звезд сравнения небольшой ($\sim 1^m$) и блеск кометы лежит внутри этого интервала, то для определения визуальной звездной величины кометы можно воспользоваться формулой:

$$m_k = m_1 + (m_2 - m_1 / U_1 - U_2) \cdot (U_1 - U_k), \text{ где } m_1 < m_2 \text{ и } U_1 > U_2$$

Звезды сравнения необходимо подбирать так, чтоб они располагались как можно ближе к комете или находились с ней на одной высоте. Это позволит пренебречь влиянием атмосферной экстинкции на оценки блеска. Для подбора звезд сравнения используйте возможности виртуального планетария Stellarium. Информацию о блеске подобранных звезд сравнения содержит встроенный каталог. Но необходимо помнить, что этот блеск для фильтра V фотоэлектрической системы UBВ Моргана-Джонсона. По этому необходимо его редуцировать, то есть перевести фотоэлектрическую звездную величину в визуальную по следующей формуле:

$$m_{\text{виз}} = m_v + 0,16(B - V),$$

где

$(B - V)$ - показатель цвета

Значение интегрального визуального блеска кометы необходимо занести в дневник наблюдения.

Как и в случае инструментальной визуальной фотометрии для фотоэлектрической необходим качественный телескоп. Ну и конечно же сам цифровой фотоэлектрический фотометр. В сущности, данный фотометр – это окулярная цифровая фотокамера, где приемником световой энергии является ПЗС-матрица, с набором широкополосных UBВ фильтров фотометрической системы UBВ Моргана-Джонсона. Поэтому блеск небесного объекта, определенный с помощью фотометра будет называться фотоэлектрическим. ПЗС-матрицы, применяемые в астрономии, имеют высокую интегральную чувствительность, а спектральный диапазон чувствительности простирается от голубой (0,4 микрон) до ближней инфракрасной (0,9 микрон)

Чувствительность ПЗС-матрицы зависит от размеров площади светочувствительной области, т.е. от размера пикселей, и от квантовой эффективности. Для характеристики ПЗС используется именно квантовая эффективность, которая в отличие от квантового выхода отображает не полное количество электронов, высвобождаемое при поглощении одного фотона, а то их количество, которое попало в потенциальную яму. Квантовая эффективность зависит от длины волны и в отдельных участках спектра может превосходить 80%. В среднем по всей спектральной области чувствительности квантовая эффективность ПЗС-матриц составляет 50-60%, что почти на порядок выше, чем у лучших фотоэлектрических приемников. Поле зрения, получаемое с ПЗС матрицей, сравнительно невелико. Типичные матрицы имеют размеры от 512x512 до 2048x2048 пикселей. В зависимости от размера матрицы и от фокусного расстояния телескопа поле составляет от нескольких угловых минут до полуградуса. В таком поле всегда можно найти звезды сравнения для фотометрии. Таким образом, ПЗС матрица совмещает в себе преимущества фотографии (панорамность) и фотоэлектрической фотометрии (линейность).

Рассмотрим теперь недостатки, или, скорее, ограничения, присущие ПЗС-приемникам. Некоторые из них связаны с проблемами технологии изготовления матриц и астрономы перед ними бессильны. С другими недостатками можно бороться, улучшая методику наблюдений и их обработки. Предельная обнаружимая звездная величина при наблюдениях с ПЗС матрицей, как и для всех приемников, зависит от отношения сигнал/шум. При малых световых потоках важным параметром ПЗС-матрицы становится порог чувствительности, характеризующий минимальный световой поток, который может быть зарегистрирован. Главным фактором, ограничивающим порог чувствительности, является темновой сигнал – электроны, производимые самой матрицей вследствие термоэлектронной эмиссии и попавшие в потенциальную яму при полном отсутствии светового потока. Величина темнового сигнала зависит от температуры матрицы и времени экспозиции. Эффективным способом уменьшить

темновой сигнал является охлаждение матрицы – при уменьшении температуры на 9 градусов темновой сигнал уменьшается вдвое. Все современные ПЗС-матрицы, используемые в астрономии, снабжены либо миниатюрными холодильниками, позволяющими охлаждать матрицу до низких температур и поддерживающими температуру охлаждения с точностью до одной десятой градуса, либо же охлаждаются жидким азотом. Темновой сигнал вносит в полезный сигнал искажение, особенно существенное для малых световых потоков. Кроме того, он накапливается в каждом пикселе с разной скоростью, и если его не компенсировать, это существенно увеличит шумы. Чтобы исключить темновой сигнал, в течение наблюдательной ночи получают темновые кадры dark - в тех же условиях, что и рабочие кадры, но при закрытом затворе. Далее кадры dark, предварительно масштабированные на время экспозиции рабочего кадра, вычитаются из рабочих.

Для астрономических наблюдений используются ПЗС камеры, элементами которых, кроме высокочувствительной ПЗС матрицы, являются термоэлектрический холодильник с микроконтроллером, затвор, позволяющий получать экспозиции от 0.1 секунды, преусилитель и аналогоцифровой преобразователь для передачи полученных сигналов в компьютер. Вместе с блоком фильтров ПЗС камера образует астрофотометр, который размещается в фокусе телескопа. Камера снабжена блоком питания и соединяется с компьютером через порт USB. К цифровому астрофотометру прилагается программное обеспечение, позволяющее проводить наблюдения и осуществлять их обработку.

В процессе проведения фотометрических наблюдений выбранной кометы мы выполняем следующую последовательность действий:

1. На компьютере создаем папку, где будет размещаться отснятый в течение ночи наблюдения фотоматериал в виде файлов на текущую дату.
2. За полчаса до начала наблюдений включаем блок питания фотометра и компьютер, на котором открываем соответствующую программу и устанавливаем связь с фотометром. В появившемся окне программы активируем охлаждение прибора, задав температуру около 25 градусов ниже температуры окружающего воздуха.
3. На звездном небе, с помощью бинокля или ТЗК, определяем местоположение кометы и звезд сравнения, выбор которых производим используя возможности виртуального планетария Stellarium. Звезды сравнения необходимо подбирать так, чтобы они располагались как можно ближе к комете и были немного ярче и тусклее ее.
4. Поскольку поле зрения фотометра невелико и звезды сравнения могут не попасть в кадр, подбираем опорные звезды, расположенные рядом с кометой и определяем их экваториальные координаты. Определяем также экваториальные координаты и блеск звезд сравнения.

5. Наводим телескоп на комету так, чтобы она располагалась по центру поля зрения фотометра. Аналогично будем делать для всех звезд сравнения, если они не попали в кадр с кометой.
6. Поставим нужный фильтр в опции FILTER. Фильтры меняются обязательно в порядке следования – UBV. Сначала следует поставить U, затем B, и далее V.
7. В программе управления фотометром открываем FOCUS. Задав время экспозиции и нажав ОК, будем получать кадры, следующие один за другим. В этом режиме делается фокусировка, а также более точно ставится в центр поля нужная область неба. Звезды для фокусировки не должны быть ни слишком яркими, ни слишком слабыми. Фокусировка делается, как правило, в полосе V и обязательно при высоком разрешении. Ее желательно выполнять несколько раз за ночь, особенно, если сильно меняется температура воздуха. Критерий хорошей фокусировки – максимальная концентрация изображения (т.е. размер изображения звезды минимален, а отсчет максимален).
8. Наблюдения выполняются в режиме КАДР. Для каждого объекта в соответствующем фильтре получаем серию кадров, которые записываются в созданную для данной даты папку. Рабочие кадры записываются в папку с номером кадра в серии. Внимательно рассмотреть на дисплее можно только одиночный или последний кадр в серии. Если время экспозиции заранее не известно, то его нужно подобрать, сделав пробную экспозицию. Желательно, чтобы отношение яркости звезды к яркости фона (не путать с отношением сигнал/шум!) было больше 1.5, причем не только для самой кометы, но и для всех звезд сравнения. Для подбора времени экспозиции выполняются следующие операции. Открываем КАДР и задаем время экспозиции. Получаем одиночный кадр, который не нужно сохранять. По этому кадру подбираем время экспозиции с учетом отсчетов на объект и фон неба. Это необходимо делать для каждого UBV фильтра. Максимальное время экспозиции для одного кадра обычно составляет не более 60s. За это время почти не сказывается влияние неравномерности ведения телескопа.
9. Далее записываем темновые кадры DARK. Эти кадры записываются каждые полтора-два часа, поэтому нумеруем их: dark1, dark2 и т.д. Темновые кадры делаются с максимальной используемой экспозицией, которая у нас составляет 60s. DARKи обязательно должны быть записаны в начале и в конце наблюдений, это понадобится при обработке.
10. В ходе фотометрических наблюдений кометы и звезд сравнения записываем поставленный фильтр в название объекта.

По окончании наблюдений приступаем к обработке отснятого фотоматериала. Следует сказать, что серии кадров, полученных во время наблюдательной ночи называют «сырыми».

Методика обработки наблюдений

Фотометрия с ПЗС-приемниками сталкивается с теми же проблемами, что и фотографическая, и фотоэлектрическая фотометрия. Точность регистрации потока излучения от объекта определяется отношением сигнал/шум. Качество изображения, в свою очередь, определяется качеством оптики телескопа и искажениями волнового фронта, вызванными атмосферной турбулентностью, причем для длиннофокусных телескопов с хорошей оптикой вклад атмосферной турбулентности в размывание изображения преобладает. Распределение яркости по центральной части диска звезды хорошо представляется распределением Гаусса и занимает несколько угловых секунд, далее тянутся довольно протяженные крылья дифракционного характера. При фотометрировании основной задачей является с одной стороны максимально собрать поток излучения от звезды, а с другой - избежать влияния соседних звездных изображений. В зависимости от способа решения этой задачи современные методы фотометрии можно подразделить на две группы: апертурная фотометрия и PSF (Point-Spread-Function) - фотометрия. Апертурная фотометрия предпочтительна в областях с небольшим количеством звезд, расположенных на значительных (превышающих размер изображения звезды) расстояниях друг от друга.

Но прежде чем переходить непосредственно к фотометрии, полученные «сырые» рабочие кадры необходимо предварительно к этой процедуре подготовить, а это процесс хотя и не трудоемкий, но требующий сосредоточенности, особенно после длительной наблюдательной ночи. Процедура обработки состоит из нескольких этапов:

- первичная обработка – вычитание темновых кадров
- учет плоского поля и суммирование кадров
- фотометрия

Вычитание темновых кадров DARK, а также учет плоского поля и суммирование кадров из серий, проходит с использованием соответствующей программы обработки отснятого фотоматериала, входящей в пакет программ работы фотометра. На выходе получаем рабочие кадры кометы и звезд сравнения для фильтров U,B,V, готовые к фотометрированию.

Суть метода фотометрирования заключается в суммировании значения интенсивности пикселей (квантового выхода) внутри выбранной апертурной маски, накладываемой на изображение кометы и звезд сравнения. При этом суммарный поток от звезды и фона I^{S+F} измеряется по N^{S+F} пикселям, а поток от фона I^F - по N^F пикселям. Тогда, зная звездную величину звезды сравнения для соответствующего фильтра UBВ и ее измеренный суммарный поток, а также измеренный суммарный поток от кометы можно рассчитать блеск кометы по следующей формуле:

$$m_k = -2.5 \lg((I^{S+F}_k - (N^{S+F}_k / N^F) \cdot I^F) / (I^{S+F}_3 - (N^{S+F}_3 / N^F) \cdot I^F)) - m_3$$

Такая фотометрия называется относительной.

Но прежде чем приступать к фотометрированию, необходимо провести отождествление рабочих кадров с соответствующими участками звездного неба виртуального планетария Stellarium, с целью выделения на фотоснимках звезд сравнения. Для этого Вам понадобятся два компьютера.

После этого запускаем соответствующую программу фотометрирования из пакета программ работы фотометра. Используем последовательно фотокадры для фильтра U, затем В, и далее V. Выбираем необходимую апертурную маску и, накладывая ее последовательно на изображение кометы и звезд сравнения, проводим измерение суммарного потока I для всех звезд сравнения и кометы, а также для фона неба(участка фотоснимка без звезд). Значение I для фона неба необходимо вычесть из значений I фотометрируемых объектов. Вычисляем значение блеска кометы по формуле. У нас получится набор значений m_k для данного фильтра. Этот набор значений блеска кометы необходимо усреднить и вычислить среднеквадратичную погрешность. В результате у нас получится готовое значение m_k для выбранного фильтра, которое записывается следующим образом:

$$\text{Для фильтра U: } m_{k(U)} = m_{cp(U)} \pm \sigma m_{(U)}$$

$$\text{В: } m_{k(B)} = m_{cp(B)} \pm \sigma m_{(B)}$$

$$\text{V: } m_{k(V)} = m_{cp(V)} \pm \sigma m_{(V)}$$

Блеск звезд сравнения вычисляется по формулам:

$$\text{для фильтра В: } m_b = m_v + (B - V)$$

$$\text{для фильтра U: } m_u = m_v + (B - V) + (U - B)$$

где m_v - блеск звезды для фильтра V

(содержит каталог планетария)

(B - V) и (U-B) – показатели цвета

Значение интегрального фотоэлектрического блеска кометы необходимо занести в дневник наблюдения.

Оформление наблюдения кометы

Результаты измерения интегрального блеска кометы, полученные в ходе наблюдения необходимо оформить астрономическом дневнике в виде бюллетеня на дату наблюдения. Здесь необходимо также указать : время наблюдения(местное и всемирное), место наблюдения (географическая широта), состояние атмосферы, бал качества звездного неба, условия наблюдения, наличие Луны, телескоп и его характеристики, примененный астрофотометр.

Имея определенное количество бюллетеней за весь период наблюдений можно иметь набор значений блеска кометы, который будет пригоден для научной обработки.

Успешных вам наблюдений комет !!!

Шилов Сергей, дипломированный астрофизик
– наблюдатель комет
Республика Крым, г.Красноперекопск,
астрономическая обсерватория «Фазтон»

Яркость изображений протяженных объектов

Яркость изображений протяженных объектов и блеск звезд при визуальных телескопических наблюдениях

Многие объекты на небе (туманности, галактики, Солнце, Луну и т.д.) мы видим как протяженные объекты, т.е. эти светила обладают достаточно крупными угловыми размерами, составляющими обычно от нескольких угловых минут до десятков минут дуги, а в некоторых случаях и того больше. Как хорошо заметен тот или иной туманный объект во многом зависит от его яркости. Часто еще можно услышать о некоей поверхностной яркости, но это выражение по большому счету бессмысленно, т.к. сама по себе такая физическая величина, как яркость, в своем изначальном определении соотносится к некоторой единичной площади (или ее проекции на картинную плоскость) излучающей поверхности наблюдаемого объекта.

Среди любителей астрономии часто можно услышать такое утверждение, что в телескоп мы лучше видим туманности, галактики и другие протяженные небесные объекты, т.к. сам телескоп, собирая гораздо больше света, чем невооруженный глаз, повышает тем самым яркость изображений этих объектов. С первого взгляда казалось бы все вполне логично. Однако не следует забывать, что в телескоп мы одновременно с этим наблюдаем и более крупные изображения этих объектов, а больший поток света, собранный объективом телескопа, распределяется при этом и на большую площадь сетчатки глаза.

Попытаемся разобраться с этим довольно распространенным заблуждением, для чего аналитически разберем этот вопрос. Будем рассматривать совместную оптическую связку «человеческий глаз» + «телескоп». Условно выделим участок какой-нибудь туманности, который будет разрешаться невооруженным глазом в качестве протяженного объекта. Пусть для простоты наша площадка имеет квадратную форму, а также обладает равномерной яркостью.

Итак, если β – выраженный в радианах угловой размер стороны квадрата нашей площадки, то у изображения на сетчатке глаза линейный размер стороны этого квадрата будет равен:

$$b = f_o \beta$$

где f_o – фокусное расстояние хрусталика глаза.

Далее, если наша площадка имеет блеск J , то световой поток, собираемый зрачком невооруженного глаза от этого участка, составит:

$$F_o = \frac{\pi J d_o^2}{4}$$

где d_o – диаметр зрачка глаза.

Яркость изображения площадки будет зависеть от величины освещенности того участка сетчатки глаза, на котором строится изображение нашей площадочки. Эта освещенность, очевидно, будет равна:

$$E_o = \frac{F_o}{b^2} = \frac{\pi J d_o^2}{4 f_o^2 \beta^2}$$

Теперь же будем рассматривать этот участок туманности при помощи телескопа, имеющего апертуру

случая: наблюдение при равнозрачковом увеличении телескопа (когда размер выходного зрачка телескопа в точности равен размеру зрачка глаза), наблюдение при увеличении, больших равнозрачкового, и наконец, наблюдение при увеличении, меньших равнозрачкового увеличения.

Увеличение k телескопа будем рассматривать не через отношение фокусного расстояния его объектива к фокусному расстоянию окуляра, а как отношение входного зрачка (апертуры) телескопа к его выходному зрачку:

$$k = \frac{D}{d}$$

где d – выходной зрачок телескопа.

По аналогии с предыдущими рассуждениями, световой поток, собираемый объективом телескопа от нашей площадки, будет равен:

$$F = \frac{\pi J D^2}{4}$$

Угловой же размер стороны квадрата при наблюдении в телескоп составит $k\beta$, а линейный размер его изображения на сетчатке глаза, соответственно, будет равен kb .

Тогда, с учетом предыдущих равенств, освещенность изображения нашей площадки на сетчатке глаза при наблюдении в телескоп составит:

$$E = \frac{F}{k^2 b^2} = \frac{\pi J d^2}{4 f_o^2 \beta^2}$$

Для равнозрачкового увеличения (при $d=d_o$) эта освещенность окажется равной:

$$E_1 = \frac{\pi J d_o^2}{4 f_o^2 \beta^2} = E_o$$

Как оказалось, яркость изображения протяженного объекта совершенно не зависит от апертуры телескопа, а зависит лишь от выходного зрачка инструмента. При равнозрачковом увеличении эта яркость в точности равна яркости изображения объекта при наблюдении его просто невооруженным глазом. В реальности же яркость изображения окажется даже чуть меньше, т.к. в оптическом тракте телескопа всегда возникают неизбежные светопотери. Эти потери связаны в первую очередь с поглощением и рассеянием части света в веществе линзовых оптических элементов и на поверхности зеркальных покрытий, с френелевским отражением и рассеянием доли излучения на поверхности линз, а также с центральным экранированием апертуры, имеющим место у телескопов-рефлекторов. Иными словами, коэффициент пропускания γ любого реального телескопа на практике всегда оказывается строго меньшим единицы ($\gamma < 1$).

Теперь посмотрим, что произойдет с яркостью изображения при увеличении, превышающих равнозрачковое. В этом случае выходной зрачок телескопа окажется меньше зрачка глаза ($d < d_o$), а освещенность изображения нашей площадки на сетчатке составит:

$$E_2 = \frac{\pi J d^2}{4 f_o^2 \beta^2} < E_o$$

Если сравнить между собой два последних выражения, то можно записать:

$$\frac{E_2}{E_o} = \left(\frac{d_2}{d_o} \right)^2 = \left(\frac{k_o}{k_2} \right)^2$$

Таким образом, при увеличениях, больших равнозрачкового, яркость изображения оказывается обратно пропорциональной квадрату применяемого увеличения или прямо пропорциональной квадрату выходного зрачка телескопа. В результате применение увеличений, больших равнозрачкового, будет приводить к достаточно быстрому падению яркости изображения.

Наконец, осталось рассмотреть третий случай, когда используются увеличения, меньшие равнозрачкового. Обычно считается, что применение таких увеличений нецелесообразно, т.к. часть светового потока, собранного объективом телескопа не попадает в зрачок глаза и просто теряется, вследствие чего мы не целиком задействуем апертуру инструмента. Разберем, как влияют такие увеличения на яркость изображений туманностей и галактик.

При увеличениях, меньших равнозрачкового увеличения телескопа, выходной зрачок инструмента оказывается большим зрачка глаза ($d > d_o$). В результате этого внешняя кольцевая зона выходного зрачка телескопа «срезается» краем зрачка глаза, а на сетчатку попадает уже не весь световой поток, собранный объективом телескопа, а лишь некоторая его часть. Эту долю света, попадающую в глаз, можно посчитать из простых геометрических соображений. Она будет пропорциональна отношению площади зрачка глаза к площади выходного зрачка телескопа, или квадрату отношения диаметров этих зрачков. В результате в глаз попадет световой поток, равный:

$$F_3 = \left(\frac{d_o}{d} \right)^2 \frac{\pi J D^2}{4}$$

Как не трудно посчитать, освещенность изображения на сетчатке глаза в этом случае составит:

$$E_3 = \frac{F_3}{k^2 b^2} = \frac{\pi J d_o^2}{4 f_o^2 \beta^2} = E_o$$

Как видим, применение увеличений, меньших равнозрачкового, не снижает яркости изображений протяженных объектов. В этом случае она остается на уровне равнозрачкового увеличения или просто на уровне наблюдения невооруженным глазом (если опять же не принимать во внимание светопотери в оптике телескопа). Это обусловлено тем, что, несмотря на потерю части светового потока, собранного апертурой телескопа, оставшийся и попавший в зрачок поток излучения распределяется затем на меньшую площадь изображения. Иными словами, снижение светового потока, непосредственно попадающего в глаз, происходит пропорционально уменьшению площади изображения объекта. Пусть, например, мы наблюдаем в телескоп некую комету с достаточно большим хвостом или очень крупную туманность, которые при данном увеличении целиком не убираются в поле зрения инструмента. Если мы захотим, с целью повышения видимого в телескопе поля зрения, использовать увеличения, меньшие равнозрачкового, это можно будет смело сделать, не боясь потерять в яркости изображения наблюдаемого объекта. Яркость изображения в этом случае не снизится.

Эти выводы в равной степени относятся и к видимой яркости фона неба. При увеличениях, меньших или равных равнозрачковому, наблюдаемая яркость фона неба окажется такой же, как и при наблюдении невооруженным глазом. При превышении равнозрачкового увеличения, видимая яркость фона неба начинает достаточно быстро падать, т.к. в этом случае ее величина будет обратно пропорциональна квадрату применяемого увеличения, или прямо пропорциональна квадрату выходного зрачка телескопа, как мы это выяснили выше. Здесь же следует отметить, что раз падение наблюдаемой яркости фона неба происходит пропорционально уменьшению яркости изображения протяженного объекта, то телескоп помимо того, что не увеличивает яркости изображения, также и не повышает контраста изображений этих объектов, т.е. не приводит к росту такого важного показателя, как отношение полезного сигнала к шуму.

Полученный нами результат является лишь частным случаем более общего и фундаментального принципа, согласно которому никакая оптическая система никоим образом не повышает яркости изображения.

Если яркость изображения туманностей, галактик и других протяженных объектов совершенно не зависит от апертуры телескопа, то имеет ли вообще смысл использовать более крупные телескопы для их наблюдений? Конечно, имеет! Телескоп с большим объективом имеет большее равнозрачковое увеличение, а кроме того, обладает и большей разрешающей способностью. Это означает, что мы можем без заметной потери в яркости изображения наблюдать более крупную картинку объекта и более подробно видеть те или иные его детали, чем это было бы при использовании телескопа меньшей апертуры.

Итак, если телескоп не повышает яркости изображения протяженных объектов, почему же тогда при телескопических наблюдениях мы лучше видим различные тусклые туманные объекты? Абсолютно полно и точно ответить на данный вопрос достаточно сложно, т.к. во многом причина этого кроется в весьма непростой физиологии нашего зрения, которое прошло очень длительную и сложную эволюцию, и особенности которого далеко не до конца еще изучены современной наукой. Сигнал с сетчатки глаза, прежде чем сформирует окончательный зрительный образ, сложным образом обрабатывается нашим мозгом, проходя цепочку различных преобразований, многие из которых до сих пор еще нам не до конца понятны.

Тем не менее, попытаемся разобраться с главными причинами этого явления. Очевидно, что раз мы совершенно не выигрываем в яркости картинки, то первопричиной будет являться более крупное (увеличенное) изображение объекта на сетчатке глаза. В этом случае бо́льшая часть изображения объекта попадает на внешние периферийные участки сетчатки глаза, которые, как известно, гораздо более чувствительны к свету. В результате этого зрительное ощущение от объекта усиливается. Другая причина, по-видимому, связана как раз с особенностями обработки нашим мозгом получаемой зрительной информации. Для невооруженного глаза изображение наблюдаемого объекта занимает маленькую площадь на сетчатке, и если вдобавок к этому данный объект еще и довольно тусклый, то при обработке получаемой зрительной информации, мозг воспринимает этот небольшой участок как некую флуктуацию фонового шума и просто «вычитает» его. При наблюдении в телескоп, изображение этого объекта на сетчатке глаза начинает занимать уже довольно большую площадь, и хотя это изображение такое же тусклое, но мозг его уже не может просто взять и «вычесть», т.к. эта псевдофлуктуация фонового шума начинает занимать довольно заметную долю общего изображения, формируемого нашим глазом.

Здесь же отдельно остановимся на таком интересном моменте, как наблюдения Солнца. Мы выяснили, что телескоп не увеличивает яркости изображения объекта. Это означает, что при наблюдениях Солнца в телескоп, освещенность изображения солнечного диска никак не больше, чем в том случае, когда мы смотрим на Солнце просто невооруженным глазом. Но недолго смотреть на Солнце невооруженным глазом мы можем без каких-либо негативных последствий для нашего зрения. В то же время, если посмотреть на Солнце в телескоп, не оснащенный специальными средствами защиты от яркого солнечного света, то можно мгновенно лишиться зрения. Казалось бы, возникает некое противоречие. На самом деле никакого парадокса здесь нет. Сетчатку глаза, как и другие ткани нашего организма, пронизывает сложная тонкая сетка кровеносных капилляров, в задачи которой входит не только обмен веществ, но также и обеспечение теплообмена в нашем теле. Когда мы смотрим на Солнце невооруженным глазом, яркое изображение нашей звезды занимает на сетчатке очень небольшую площадь, а излишнее тепло из этой области успевает выводиться посредством кровотока. Объектив же телескопа собирает гораздо больший поток солнечного света, чем зрачок невооруженного глаза. Хотя этот поток излучения и распределяется на большую площадь сетчатки, но кровеносные капилляры уже не справляются с отводом такого большого количества тепла. В результате ткани сетчатки глаза очень быстро перегреваются, вслед за чем начинаются необратимые процессы разрушения светочувствительных клеток глаза.

Звезды, в отличие от туманностей и галактик, представляют собой точечные (дискретные) объекты, которые обладают чрезвычайно малыми угловыми размерами и в подавляющем большинстве не разрешаются даже крупнейшими современными телескопами, не говоря уже о любительских инструментах. Конечно, «точка» – это всего лишь математическая абстракция, а реальные изображения звезд на поверхности приемника излучения (сетчатке глаза, фотопластинке, ПЗС-матрице и т.д.) всегда будут представлять собой некие диски рассеяния.

Для точечных объектов (звезд) термин яркости уже не применим, и поэтому когда говорят «эта звезда ярче той» это не совсем корректное и правильное высказывание. Для звезд мы можем указать лишь их блеск, т.е. величину освещенности, которую они создают вблизи поверхности Земли (вблизи наблюдателя). Телескоп позволяет наблюдать более слабые звезды, т.к. в пятно рассеяния звездного изображения фокусируется больший световой поток, собираемый объективом телескопа, который заметно превосходит по своей площади зрачок невооруженного глаза.

При равнозрачковом увеличении весь световой поток от звезды, собранный объективом телескопа, концентрируется в пятно рассеяния изображения звезды на сетчатке глаза. Несложно посчитать, что величина этого светового потока будет равна световому потоку, собираемому зрачком невооруженного глаза, умноженному на квадрат отношения диаметра объектива телескопа D к диаметру зрачка глаза d_0 , а также на коэффициент пропускания телескопа γ ($0 < \gamma < 1$). В таком случае выигрыш по предельной звездной величине в соответствии с формулой Погсона составит:

$$\Delta m = m - m_0 = 2,5 \lg \left[\gamma \cdot \left(\frac{D}{d_0} \right)^2 \right]$$

где m – предельная звездная величина при наблюдении в телескоп; m_0 – предельная звездная величина для невооруженного глаза.

Зная свойства логарифмов и проведя несложные преобразования с этим выражением, получим формулу для проникающей силы телескопа при равнозрачковом увеличении:

$$m = m_0 + 5 \lg D - 5 \lg d_0 + 2,5 \lg \gamma$$

На достаточно темном небе предельная звездная величина для невооруженного глаза составляет порядка $m_0 = 6^m$. Если пренебречь при этом светопотерями в оптике телескопа (считать, что $\gamma = 1$), а диаметр зрачка глаза принять равным $d_0 = 6$ мм, то последняя обобщенная формула примет частный вид, в котором она обычно представлена в различных учебниках и справочниках:

$$m = 2,1 + 5 \lg D$$

где диаметр объектива телескопа D выражен в миллиметрах.

Если мы будем использовать увеличения, меньшие равнозрачкового, то часть светового потока, собранного объективом телескопа, будет срезаться краем зрачка глаза, не попадая в диск рассеяния изображения звезды. Попавший же на сетчатку глаза световой поток, как это можно посчитать, будет пропорционален квадрату отношения диаметра объектива телескопа D к диаметру его выходного зрачка (а не зрачка глаза, как это было в случае равнозрачкового увеличения). Таким образом, наша предпоследняя формула примет немного другой вид:

$$m_1 = m_0 + 5 \lg D - 5 \lg d + 2,5 \lg \gamma$$

где m_1 – предельная звездная величина при наблюдении в телескоп при увеличениях, меньших равнозрачкового увеличения телескопа; d – диаметр выходного зрачка телескопа.

Т.к. при увеличениях, меньших равнозрачкового, выходной зрачок телескопа оказывается большим зрачка глаза ($d > d_0$), то, как можно заметить из нашей формулы, проникание телескопа снизится и наблюдение слабых звездных объектов при таких увеличениях не рационально.

Чтобы посчитать, сколько звездных величин в этом случае мы проигрываем по сравнению с равнозрачковым увеличением, вычтем m_1 из m .

$$\Delta m_1 = m - m_1 = 5 \lg d - 5 \lg d_0 = 5 \lg \frac{d}{d_0} = 5 \lg \frac{k_0}{k}$$

где k_0 – величина равнозрачкового увеличения; k – величина применяемого увеличения, которое меньше равнозрачкового.

Например, если равнозрачковое увеличение телескопа составляет 30 раз, а мы поставили окуляр, который дает увеличение 20 раз, то при наблюдениях звезд мы потеряем в проникании инструмента около $0,9^m$.

Наиболее интересным случаем является использование увеличений, больших равнозрачкового. Здесь, как и в случае равнозрачкового увеличения, весь световой поток, собранный объективом телескопа, фокусируется в диск рассеяния звездного изображения. Но, как мы выяснили до этого, одновременно с этим начинает довольно быстро снижаться яркость фона ночного неба, которое, как известно, никогда не бывает абсолютно черным (см. *свечение ночного неба*). В результате этого повышается контраст изображений звезд или, иными словами, возрастает отношение полезного сигнала к шуму. Поэтому проникающая способность телескопа оказывается еще выше, чем в случае равнозрачкового увеличения.

Иногда для оценки проникающей силы инструмента используют т.н. формулу Боуэна, которая как раз учитывает влияние величины применяемого увеличения:

$$m = 5,5 + 2,5 \lg D + 2,5 \lg k$$

где k — используемое увеличение; D — апертура телескопа, выраженная в сантиметрах.

Казалось бы, постоянно повышая увеличение и поднимая тем самым контраст звездных изображений, мы могли бы с одним и тем же телескопом наблюдать все более слабые и слабые звезды. Однако не следует забывать, что достигнув некоторого увеличения, звезды перестают быть «точками», и мы начинаем наблюдать их в виде т.н. дифракционной картины — системы колец, окружающих заметно более яркий центральный максимум — т.н. диск Эри. Такое увеличение носит название **разрешающего увеличения**. Точное значение разрешающего увеличения будет зависеть от конкретного наблюдателя и ряда других факторов, но грубую оценку этого увеличения можно сделать из следующих соображений. Угловое разрешение телескопа (в секундах дуги) согласно критерию Рэлея равно:

$$\theta = \frac{140''}{D}$$

где апертура телескопа D выражена в миллиметрах.

Угловое разрешение невооруженного глаза же составляет около двух минут дуги: $\theta_0 = 2' = 120''$. Разрешающее увеличение, очевидно, может быть примерно оценено как отношение углового разрешения невооруженного глаза к угловому разрешению телескопа согласно того или иного критерия (в нашем случае критерия Рэлея):

$$k_p = \frac{\theta_0}{\theta} = 0,86D \approx 1 \cdot D$$

Таким образом, разрешающее увеличение примерно равно значению апертуры телескопа, выраженной в миллиметрах.

При достижении разрешающего увеличения, мы начинаем видеть звезды в виде дисков Эри, обладающими вполне ощутимыми угловыми размерами. Это означает, что к изображению дифракционного диска уже можно применить такое понятие как яркость. При увеличениях, превышающих разрешающее, видимые размеры кружков Эри также будут увеличиваться в размерах, а их яркость спадать в той же степени, что и снижение видимой яркости фона неба. В результате никакого дальнейшего прироста в проникающей силе телескопа мы уже не получим, и даже наоборот, если будем еще сильнее повышать увеличение, то часть слабых звезд, которые мы видели при меньших увеличениях, может совсем пропасть.

Таким образом, более крупный телескоп обладает большей проникающей способностью вследствие нескольких основных причин. Во-первых, телескоп с большей апертурой собирает больший поток излучения от звезды. Во-вторых, основная масса этого светового потока собирается в пределах более мелкого кружка Эри, т.к. объектив большего диаметра по определению обладает более высоким угловым разрешением. Наконец, в-третьих, более крупный телескоп имеет более высокое разрешающее увеличение, что позволяет наблюдать звездные объекты на гораздо более темном фоне неба, повышая тем самым отношение полезного сигнала к шуму.

Естественно, описанная выше ситуация несколько идеализирована. В реальных условиях звезды в телескоп чаще всего видны не в виде дисков Эри, а как более крупные пятна сложной неправильной и вдобавок постоянно изменяющейся формы, что связано с влиянием атмосферной турбулентции, а также наличием остаточных aberrаций оптики телескопа. В результате действия этих факторов, собранный объективом телескопа световой поток распределяет на более значительную площадь атмосферного диска или aberrационного кружка, а фактическое разрешающее увеличение инструмента оказывается более низким. В

конечном итоге, как разрешающая сила телескопа, так и его проникающая способность оказываются ниже теоретических.

Итак, в конце статьи обобщим основные выводы:

1). Яркость изображений протяженных объектов совершенно не зависит от значения апертуры используемого телескопа. Иными словами, телескоп не увеличивает яркости изображений объектов.

2). Если не учитывать светопотери в оптическом тракте телескопа, то яркость изображения объекта или фона неба при равнозрачковом увеличении, а также увеличениях, меньших равнозрачкового (т.е. когда размеры выходного зрачка телескопа равны или превышают размеры зрачка глаза), остается на уровне яркости изображений, возникающих при наблюдении просто невооруженным глазом.

3). При увеличениях, больших равнозрачкового (когда размеры выходного зрачка телескопа меньше размеров зрачка глаза), яркость изображения объекта или фона неба начинает быстро спадать, т.к. в этом случае она обратно пропорциональна квадрату применяемого увеличения или прямо пропорциональна квадрату выходного зрачка инструмента.

4). Более крупный телескоп позволяет наблюдать более слабые звезды, что обусловлено следующими тремя основными причинами:

- больший объектив собирает больший поток света;

- основная масса этого собранного светового потока фокусируется в пределах более мелкого диска Эри, т.к. бо́льшая апертура по определению обладает более высоким угловым разрешением;

- более крупный телескоп имеет большее значение разрешающего увеличения, что позволяет наблюдать тусклые звездные объекты на более темном фоне неба, повысив тем самым отношение полезного сигнала к шуму.

5). Наблюдение слабых звезд при увеличениях, меньших равнозрачкового (когда размеры выходного зрачка телескопа превосходят размеры зрачка глаза), не рационально, т.к. в этом случае мы проигрываем в предельной звездной величине.

6). Для выявления слабых звезд лучше применять увеличения, большие равнозрачкового, но меньшие или равные разрешающему увеличению, при котором изображения звезд становятся видны в виде дифракционной картины — центрального яркого диска Эри, окруженного более тусклыми дифракционными кольцами. В этом диапазоне увеличений видимая яркость фона неба заметно снижается, а показатель отношения полезного сигнала к шуму достигает некоего оптимального значения, что позволяет выявлять на небе наиболее тусклые звездные объекты.

7). Применение увеличений, больших разрешающего, не даст дальнейшего выигрыша в предельной звездной величине, т.к. одновременно с падением видимой яркости фона неба, соответственным образом будет уменьшаться яркость звездных изображений (дисков Эри).

8). В реальных условиях наличие атмосферной турбулентции, а также остаточных aberrаций оптики телескопа приводит к тому, что звездные изображения при достаточном увеличении чаще всего наблюдаются не в виде дисков Эри, а в качестве более крупных атмосферно-aberrационных пятен. Эти негативные факторы снижают как разрешающую способность инструмента и величину его разрешающего увеличения, так и приводят к падению проникающей силы телескопа.

Антон Горшков,

*заведующий обсерваторией Костромского планетария,
сотрудник международной астрономической
обсерватории «Пик Терскол»*



ПЕРВЫЙ ПОЛЕТ ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС

К 60-летию полета Юрия Алексеевича Гагарина



Первый космонавт Земли перед стартом. Изображение с <http://astronet.ru/db/msg/1227239>

12 апреля 2021 года исполняется 60 лет со дня полета первого человека в космос. И сделал это наш соотечественник Юрий Алексеевич Гагарин. 108 минут проведенные им в космосе открыли дорогу другим исследователям космического пространства. За короткий срок с момента первого полета в космос человек посетил Луну, исследовал все планеты Солнечной системы, но тот первый полет был самым трудным и опасным. Но уверенность и оптимизм, стремление к покорению космоса преодолели все преграды.

Обращаясь ко всем жителям Земли перед стартом 12 апреля 1961 года, Юрий Алексеевич сказал:

«Дорогие друзья, близкие и незнакомые, соотечественники, люди всех стран и континентов!»

Через несколько минут могучий космический корабль унесет меня в далекие просторы Вселенной. Что можно «сказать вам в эти последние минуты перед стартом! Вся моя жизнь кажется мне сейчас одним прекрасным мгновением. Все, что прожито, что сделано прежде, было прожито и сделано ради этой минуты. Сами понимаете, трудно разобраться в чувствах сейчас, когда очень близко подошел час испытания, к которому мы готовились долго и страстно. Вряд ли стоит говорить о тех чувствах, которые я испытал, когда мне предложили совершить этот первый в истории полет. Радость! Нет, это была не только радость. Гордость! Нет, это была не только гордость. Я испытал большое счастье. Быть первым в космосе, вступить один на один в небывалый поединок с природой — можно ли мечтать о большем!

Но вслед за этим я подумал о той колоссальной ответственности, которая легла на меня. Первым совершить то, о чем мечтали поколения людей, первым проложить дорогу человечеству в космос. Счастливы ли я, отправляясь в космический полет! Конечно, счастлив. Ведь во все времена и эпохи для людей было высшим счастьем участвовать в новых открытиях...»

... Через час с небольшим он станет самым известным человеком Земли, но первый виток вокруг Земли космического корабля с человеком на борту был заслугой многих и многих людей и в первую очередь генерального конструктора космических кораблей Сергея Павловича Королева. Заглянем в историю и просмотрим, как покорялся космос человеку....

Королев и Гагарин

Человек, летящий в космос, стал необходимым и долгожданным, а потому дорогим и близким задолго до того, как обрел имя. Чтобы дать ему имя, необходимы были усилия многих тысяч ученых, инженеров и рабочих, уникальные конструкции, преобразования во многих сферах государственной деятельности.

Космос нужно было открывать, как открывали новые континенты, как открывали Южный и Северный полюсы. Это был путь к великой цели через великие трудности.

Чтобы совершить путешествие в космос, необходим огромный запас энергии. Но прежде всего нужно было найти эффективные и рациональные источники энергии и приспособиться к тому, что они имеют ограниченные мощности. Затем решить в связи с этим ряд сложных проблем, чтобы обеспечить бережное использование энергии:

искать оптимальное распределение энергии по времени полета (в виде различных конструктивных схем ракеты), создавать легкие и прочные конструкционные материалы, обеспечивать высокую точность выведения ракеты, чтобы не тратить энергию на корректировку траектории. Грандиозность задачи полета в космос вполне уживалась с мыслью об использовании атомной энергии, но такой путь не позволял добиться результата в обозримое время. Единственным выходом из положения казалось создание жидкостных ракетных двигателей, но на первых порах это была только еще одна смелая гипотеза.

Хотя принципиальные положения для разработки жидкостных ракетных двигателей были ясны, проблема оставалась чрезвычайно сложной из-за отсутствия каких-либо прототипов и разработанной теории. Может быть, именно поэтому все усилия немногих в тот период исследователей сосредоточились на жидкостных ракетных двигателях.



Королев и Гагарин. Изображение «Земля и Вселенная»

Работы над жидкостным ракетным двигателем сконцентрировались главным образом в Газодинамической лаборатории (ГДЛ), где в период только с 1930 по 1934 год под руководством инженера (ныне академика) в. П. Глушко было исследовано около 50 конструктивных вариантов двигателей, работающих на различных. Первые удачные эксперименты Ф. А. Цандера на лабораторной установке ОР-1 и его проект жидкостного ракетного двигателя ОР-2 послужили основанием Центральному совету Осоавиахима для организации Группы по изучению реактивного движения (ГИРД). В ГИРДе разрабатывались жидкостные ракеты различных типов. О трудностях в этой области можно судить по многочисленным безуспешным попыткам исследователей в различных странах. Только в СССР, США и Германии удалось в довоенные годы¹ создать экспериментальные образцы жидкостных ракет.

Успехи ГДЛ и ГИРДа убедили в перспективности развития работ над жидкостными ракетными двигателями и жидкостными ракетами и в необходимости объединения усилий исследователей, занятых этими проблемами. Так, в 1933 году был создан Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). Без всего этого невозможно было бы создание в сжатые сроки ракетной техники в Советском Союзе, создание космической ракеты-носителя «Восток» под руководством С. П. Королева и рождение Человека, летящего в космос.

...В Московском высшем техническом училище ярко проявилась активная жизненная позиция будущего Главного конструктора. С. П. Королев не ограничивался рамками учебного плана и стремился охватить все, что имело отношение к авиации. Он строил планеры, поступил в школу летчиков и окончил ее, работал на авиационном

заводе, разработал самолет собственной конструкции и представил его в качестве дипломного проекта. Самолет был построен и испытывался в полете.

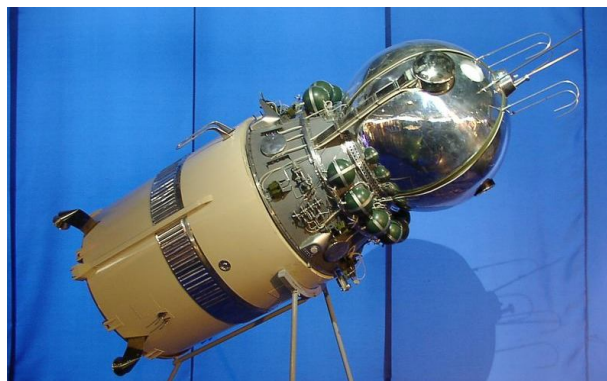
В этот период начала проявляться черта характера, которая впоследствии привела С. П. Королева в ракетную технику. Это — умение отойти от шаблона, утвердить свою оригинальную точку зрения, идти непроторенными дорогами. Он строил не просто еще один планер, а планер, способный совершать фигуры высшего пилотажа. Самолет, разработанный им, также имел оригинальную конструкцию. Активность жизненных позиций С. П. Королева переходила в новое качество — он учился не только действовать, не только доводить до конца задуманное, но вторгаться в сферу неизведанного, чувствовать, как становится доступным то, что казалось никому не по силам. Потому-то и пришел С. П. Королев в ракетную технику — туда, где больше всего были нужны такие активные и ищущие люди, как он.

Для Сергея Павловича космические исследования были не просто одной из возможных сфер деятельности, а мечтой, которую он пронес через всю свою жизнь. Представление о жидкостной ракете было связано у него — одного из пионеров ракетной техники — прежде всего с полетом в космическое пространство. С этого началась теоретическая космонавтика в трудах К. Э. Циолковского и это стало задачей первостепенной важности во всей практической деятельности С. П. Королева.

В своем докладе, прочитанном в 1947 году, Сергей Павлович отмечал:

«Циолковский основной конечной задачей считал вылет человека за пределы земного тяготения... Он подробным образом разрабатывает вопросы жизни будущих межпланетных путешественников, обдумывает проект создания искусственного спутника Земли в виде промежуточного межпланетного острова или станции, которые должны быть созданы на пути космических рейсов. Это фантастично и потрясающе грандиозно даже сейчас, в наш век чудес, но надо признать, что это — научная истина и научный прогноз не такого уж далекого будущего». Эти слова отражали глубокую убежденность С. П. Королева и, как показали дальнейшие события, стали для него программой конкретных действий.

Впервые в истории космическая скорость была достигнута в 1957 году с помощью ракеты-носителя «Спутник», разработанной под руководством академика С. П. Королева. Главным конструктором двигателей этой ракеты был академик В. П. Глушко, систем управления — академик Н. А. Пилюгин. Именно эта ракета позволила в дальнейшем обеспечить планомерное исследование космического пространства. В ней синтезированы идеи пионеров космонавтики, все, что было сделано в ГДЛ, ГИРДе, РНИИ, она построена на базе элементов, систем и агрегатов, отработанных и испытанных на многочисленных отечественных ракетах.



Космический корабль «Восток» на котором был совершен первый в мире полет в космос. Изображение с

http://astro.websib.ru/kosmo/Glav/kosm_ist

Непрерывность и строгая преемственность развития космонавтики проявилась и в том, что двухступенчатая космическая ракета, с помощью которой был выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли, стала базой для разработки трехступенчатой ракеты-носителя космического корабля для полета человека в космос.

В отчете члена-корреспондента АН СССР С. П. Королева о научной деятельности за 1954 год читаем слова,

указывающие на необходимость и своевременность работ, связанных с полетом человека в космос: «В настоящее время все более близким и реальным кажется создание искусственного спутника Земли и ракетного корабля для полетов человека на большие высоты и для исследования космического пространства».

Рекомендуя в своем отчете созвать осенью 1955 года конференцию для подведения итогов работ по изучению верхних слоев атмосферы, С. П. Королев подчеркнул: «Одним из важнейших предложений, которое необходимо обсудить на конференции, явилось бы предложение о создании ракеты-лаборатории для подъема одного - двух экспериментаторов на высоты до 100 км с доработкой специальной системы для спуска лаборатории и ее экипажа на Землю».

Конференция состоялась в апреле 1956 года. С обстоятельным докладом выступил С. П. Королев. Он снова подчеркивал необходимость проведения работ, обеспечивающих полет человека в космос: «Говоря о перспективах, нельзя не остановиться на одном из самых злободневных вопросов — полете человека в ракете. В настоящее время эта задача становится все более реальной. Она издавна привлекала внимание всех, работавших в области ракетной техники, а полет человека на ракете является и сейчас одной из основных задач в области ракетной техники... Это перспективы, но перспективы реальные и не такие уж далекие. В связи с этим проводившиеся до сих пор нами вертикальные полеты ракет выглядят как непосредственно связанные с названными выше перспективными работами.

При всей романтической увлеченности проблемами изучения космического пространства С. П. Королев был трезвым и расчетливым организатором, проявлял исключительную деловитость и твердость в осуществлении намеченных планов. Задавшись целью осуществить космический полет, он методично, упорно прокладывал путь этой идее.

Эффективность творческих методов и научных принципов С. П. Королева наиболее ярко проявилась в осуществлении программы космических исследований. Именно при разработке космических аппаратов и кораблей более всего требовались твердость и мужество королёвского характера, энтузиазм и широта научного кругозора, способность видеть взаимосвязи проблем, потому что в этой области проходил рубеж человеческих знаний, за которым начиналась неизвестность. Чтобы перейти этот рубеж, нужно было не только разрешить множество научных, инженерных и организационных проблем, но и преодолеть инерцию в представлении о космосе, как о сфере, далекой от наших повседневных забот и практических интересов.

С. П. Королев заставил поверить в необходимость осуществления широкой программы исследования космоса, что привело в конечном счете к образованию новой отрасли промышленности по разработке средств освоения космоса. Такая действительность научных и технических позиций во многом определялась его огромным авторитетом руководителя сложных проектов ракетных систем, успехом, который ему сопутствовал, способностью создавать деловую и творческую обстановку в работе над комплексными проблемами, готовностью взять на себя ответственность за практическое разрешение сложных задач, связанных с исследованием космоса. Главными же факторами для становления космонавтики как самостоятельного научного направления, как отрасли промышленности были целеустремленность С. П. Королева в осуществлении космической программы, его способность оценить перспективы этой области и спроектировать их в сегодняшний день, глубокая гражданственность его позиции, забота о престиже отечественной науки.

Сергей Павлович стремился как можно быстрее приступить к осуществлению программы полета человека в космос. Когда появилась практическая возможность использовать для этой цели ракету ограниченной мощности, допускающую кратковременный полет человека в космосе по баллистической траектории, этот вариант не остался без внимания. В предложениях 1954 — 1956 годов имелся в виду именно этот вариант — полет человека в ракете. Но в 1957 году сразу же после успешного полета первого искусственного спутника Земли С. П. Королев писал:

«Особое место в исследованиях, несомненно, занимают вопросы о возможностях осуществления полета человека в космическом пространстве... Наилучшим техническим решением, которое позволило бы неограниченно широко развернуть научные исследования в космическом пространстве, было бы создание постоянной, обитаемой, то есть приспособленной для жизни людей, межпланетной станции в виде искусственного спутника Земли».

Достаточно было проверить исходные предпосылки для достижения космической скорости, осуществив пуски первых спутников, как С. П. Королев направляет в органы государственного планирования свои предложения, и разработка новых, не имеющих аналогов в мировой практике конструкций выполнялась затем в чрезвычайно сжатые сроки. В частности, он предлагал осуществить «создание первых спутников с человеком на основе использования баллистической схемы возвращения... Пуски с помощью трехступенчатых ракет-носителей и временем функционирования 10 суток. Выполнение работ 1958—1960 годы».

В 1960 году все участники работ по космической программе получили документ, составленный под руководством С. П. Королева, — «Основные положения для разработки космического корабля «Восток». Первая фраза этого документа — лаконичная, потому особенно выразительная, а теперь уже историческая — гласила: «Объект «Восток-В» предназначен для осуществления первых полетов человека продолжительностью до одних суток».

Это означало непосредственный переход к решающему этапу. Даже сухие, деловые строчки этого документа не могут скрыть особую заботу о всех этапах подготовки космического корабля, суровую требовательность к каждому участнику работ:

«Устанавливается личная ответственность главных конструкторов, директоров заводов и руководителей служб за качественность технической документации, правильность конструктивных решений, отработанность и надежность элементов конструкции, за качество изготовления, сборки и испытаний.»

«...Разрабатываются ведомости контроля операций сборки и испытаний изделия с указанием конкретных исполнителей, отвечающих за качественность сборки и испытания в соответствии с документацией на ракету-носитель или объект «Восток-В».

Принцип личной ответственности пронизывал весь процесс создания и подготовки к пуску ракеты-носителя и космического корабля. Не было ни одной лазейки, допускающей произвол в толковании характеристик отдельных элементов или результатов предстартовых испытаний. Отступление от принятых документов мог допустить только один человек — Главный конструктор: «...вводятся ведомости отступлений от технической документации Главного конструктора ракеты-носителя и объекта «Восток-В», утверждаемые лично Главным конструктором...».

И вместе с тем, окончательные решения при всей концентрации власти в руках Главного конструктора были актом коллективным, когда каждый ответственный участник мог сказать свое слово как доброволец, идущий на подвиг: «...заключение о допуске ракеты-носителя и объекта «Восток-В» к испытаниям дается совместным решением главных конструкторов по результатам сборки и комплексных испытаний ракеты-носителя или объекта «Восток-В».

На этом трудном этапе, после которого дорога в космос становилась и прямее и шире, встретились Главный конструктор С. П. Королев и Человек, летящий в космос, Ю. А. Гагарин. Они могли пройти этот этап только вместе — поодиночке им здесь путь был заказан. У Главного конструктора за плечами — богатейший инженерный опыт, слава создателя многих ракетно-космических конструкций, итоги труда многочисленных коллективов, создавших передовую технику. С ним был авторитет его ближайших соратников, который служил надежной опорой на самых крутых виражах трудного пути, была поддержка всего народа, партии и правительства. За плечами первого космонавта — молодость, летное мастерство, чувство ответственности, готовность пожертвовать собой во имя великой цели и еще характер — ищущий, мужественный и зрелый.

В детские годы Гагарин узнал, что такое тяжкая беда, настоящий подвиг и огромное счастье. Он пережил немецкую оккупацию, наблюдал, как подбитый красновоздушный самолет врезается в колонну вражеских

машин, встречал освободителей. Такое испытание выпало на долю многих советских детей, и Гагарин был среди тех, кого эта суровая правда жизни сделала взрослее, активнее и самостоятельнее в своих поступках и решениях. Ему хотелось учиться, но семье было трудно и, чтобы помочь ей, нужна была рабочая специальность. Для поступления в фабрично-заводское училище не хватало одного года учебы.



Юрий Алексеевич Гагарин – первый человек, побывавший в космосе. Изображение «Земля и Вселенная»

Он добился приема, правда, на литейную специальность, куда другие шли неохотно, и позже всегда с радостью вспоминал горячий жар расплавленного металла. Затем — техникум и аэроклуб. Здесь рождалось призвание и вкус к новому делу. Он умел ощущать свою необходимость в жизни: когда работал, когда учился и когда потребовалось исполнять каждодневные воинские обязанности. В летном училище, куда Ю. А. Гагарин поступил после армии, он не мог допустить даже отдельно (!) срывов в учебе, стал предельно требовательным к себе и оставался добрым и верным товарищем. Все это — требовательность к себе, доброта, сознание своего долга — от душевной щедрости, лишенной стремления к личному благополучию. Он не соглашается стать инструктором после окончания училища и уезжает в летную часть на Север, где труднее и интереснее. Едет с товарищами и женой Валей. И, наконец, зачисление в отряд космонавтов... комиссии, тренировки и домик на космодроме, где Гагарин провел ночь перед стартом.

Ракета-носитель «Восток» достигла космической скорости, и первый человек пережил то, что было недоступно ранее никому из живущих на Земле и что нужно было, чтобы космос стал отныне доступным для людей. Юрий Гагарин был поднят над живущими на Земле людьми всем ходом развития науки и техники, величием технических достижений своего народа и остался таким же недостижимым, как неповторим его подвиг — первый полет в космическое пространство. Облачившись в скафандр, услышав звук работающих двигателей и сказав свое знаменитое «Поехали!», Юрий Гагарин перестал быть просто одним из людей, он стал человеком из мифа. Ему адресовали теплые чувства для всего народа воспитавшей его страны, в нем видели посланца мира и прогресса, он доносил до самых отдаленных уголков Земли правду о советском народе. С его именем теперь ассоциируется все лучшее, чем известен наш народ, наша страна. Он стал носителем ее истории, ее культуры. В этом была его великая гражданская миссия.

Его всюду ждали, его встречали Прага и София, Гавана и Будапешт, он был гостем Пагуошской конференции и

австрийских рабочих, его принимала в Бекингемском дворце английская королева, две тысячи корреспондентов записали в Лондоне его интервью. Каждый его жест, его улыбка, каждое его слово обрели магическую силу, потому что за ними были реальные свидетельства силы, ума и человеческого духа, зримые черты истории. Этот почет, встречи, интервью, пристальное и требовательное внимание к каждому его слову и жесту были продолжением его космического подвига и неизбежной частью его славы, которую он с большим достоинством и тактом принес на службу Родине. До полета Гагарина возможность осмысленной деятельности в космосе была лишь научной гипотезой. Многочисленные эксперименты подтвердили надежность технических средств, обеспечивающих безопасный полет человека в космос и возвращение на Землю. Оставалось решить задачу, требующую непосредственного участия человека. От участника космического полета требовались особая психологическая устойчивость, выдержка, уверенность в себе. Это были важнейшие условия эксперимента для подтверждения научной гипотезы.



Изображение «Земля и Вселенная»



Редкая фотография с Юрием Алексеевичем Гагариным (прислал Олег Тучин <http://tutchin.narod.ru/>)

Полет Ю. А. Гагарина сделал гипотезу о возможности практической деятельности человека в космосе реальностью, открыл новое направление в развитии цивилизации, и в этом его непреходящее научное значение. Королев и Гагарин. Они вместе прошли трудный этап, после которого дорога в космос стала и прямее и шире. Они встретились, чтобы навсегда остаться вместе в памяти народной — Главный конструктор и Первый космонавт.

С 60-летием полета человека в космос уважаемые читатели!

Г.С. Ветров, доктор технических наук,

Веб-версия статьи находится на

<http://moscowaleks.narod.ru/galaxy193.html>

<http://astronet.ru/db/msg/1244521>

Первоисточник «Земля и Вселенная» № 2 за 1981 год.

Публикуется с разрешения «Земля и Вселенная»

2011г 1 ноября появилось сообщение, что ученые обнаружили самую быстро вращающуюся звезду из известных на настоящий момент. Статья исследователей появится в *The Astrophysical Journal Letters*, а ее препринт доступен на сайте arXiv.org.



Объектом исследования выступала звезда VFTS102, относящаяся по классификации Моргана-Кинана к спектральному классу О. Это наиболее горячие и яркие (голубые) звезды. Звезда располагается на расстоянии нескольких десятков световых лет от пульсара PSR J0537-6910, который, в свою очередь, находится на расстоянии 170 тысяч световых лет от Земли в Большом Магеллановом облаке и имеет массу в 25 раз превосходящую массу Солнца.

В рамках работы ученые провели спектроскопический анализ звезды и установили, что видимая касательная скорость вращения звезды в районе экватора составляет 500-600 километров в секунду. Для сравнения, этот же показатель для Солнца составляет 3 километра в секунду. По словам исследователей, это практически предельная возможная скорость вращения для звезды такого типа - она составляет примерно 0,8 от критической скорости, при которой центробежные силы должны были бы разорвать светило на части.

По словам ученых, быстрее (речь идет, как и выше, о касательной скорости вращения на экваторе) VFTS102 вращаются только пульсары - компактные останки звезд. Самая быстрая нейтронная звезда (из когда-либо обнаруженных) совершает 700 оборотов в секунду. Обычная звезда при такой скорости будет разорвана, но гравитационные силы нейтронной звезды настолько велики, что не дают этому произойти. Чёрные дыры могут вращаться ещё быстрее. Исследователи также полагают, что подобная высокая скорость VFTS102 должна оказывать существенное влияние на процессы внутри звезды. Из-за этого VFTS102 может служить своего рода предельным тестом для многих теорий, касающихся эволюции звезд.

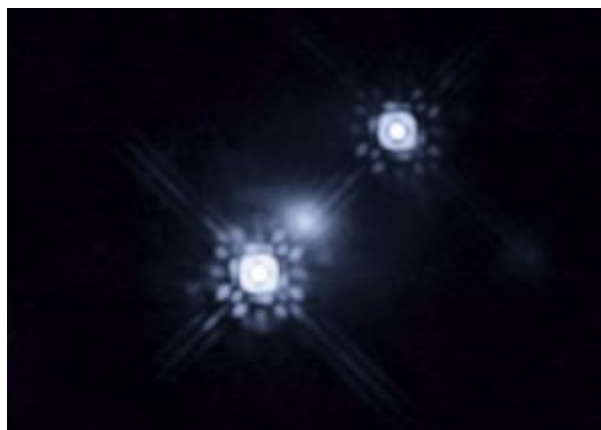
По мнению авторов исследования, высокая скорость звезды указывает на то, что она когда-то составляла с пульсаром PSR J0537-6910 двойную звездную систему. В свою очередь повышенная скорость является результатом того, что сброшенная

перед смертью пульсаром материя осела на VFTS102.

Телескопы Европейской южной обсерватории (ESO) сфотографировали самую "раскрученную" из известных звезд VFTS 102. Снимки и их описание доступны на сайте обсерватории.

Изображение было синтезировано с использованием снимков в оптическом и инфракрасном диапазонах, которые были сделаны 2,2- метровым телескопом обсерватории Ла-Силья и 4-метровым телескопом VISTA обсерватории Параналь.

2011г 4 ноября на сайте телескопа "Хаббл" (Hubble Space Telescope) приводится краткое изложение статьи ученых из журнала *Astrophysical Journal* (препринт статьи доступен на сайте arXiv.org) о том, что астрономы впервые увидели аккреционный диск квазара - активного галактического ядра со сверхмассивной черной дырой в центре.



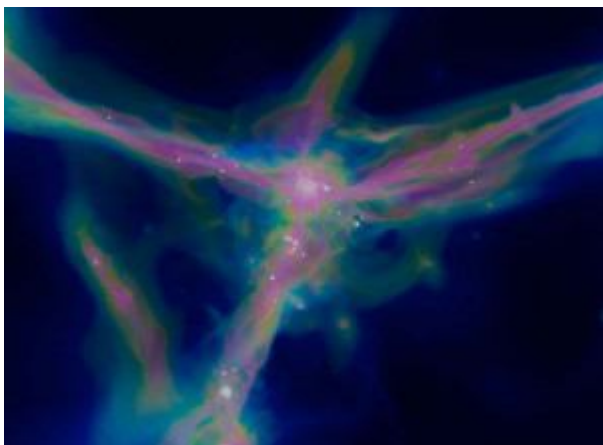
Аккреционным диском называется скопление материи вокруг черной дыры под воздействием ее гравитации. Несмотря на то, что их диаметр может составлять несколько световых лет, удаленность таких дыр от Земли (они обычно располагаются в центре галактик) делает наблюдение диска почти невозможным. По словам одного из исследователей, Хосе Муньоса, размер дисков "настолько мал, что мы никогда не увидим его в телескоп непосредственно".

В рамках работы ученые наблюдали три разных квазара. Для одного из них - HE 1104-1805 - ученым удалось с помощью "Хаббла" получить довольно четкие фотографии объекта, в том числе и аккреционного диска вокруг него. Это стало возможным благодаря явлению микролинзирования - гравитационное поле массивного объекта (в данном случае это была галактика [WKK93] G) на линии между наблюдателем на Земле и квазаром искажает путь световых лучей и действует как линза. При этом изображение может представляться деформированным или даже (как в случае HE 1104-1805) разделяться на несколько.

Как следствие, ученым удалось измерить размеры диска, а также определить температуру в разных его регионах. По словам исследователей, новые данные помогут в изучении структур данных объектов. Муньос заявил: "Мы понимаем строение квазара довольно плохо. Новый метод позволяет получать данные наблюдений и открывает новые возможности для понимания природы этих объектов."

Известно, что черная дыра - это массивное тело, гравитационное поле которого настолько сильно, что даже свет не способен его покинуть (отсюда и название - черная). Квазары, в свою очередь, окружены аккреционным диском, материя которого постепенно падает на черную дыру. Это довольно агрессивный процесс, который сопровождается выделением большого количества энергии. Как следствие, окрестность дыры становится видимой.

2011г 11 ноября в журнале Science появилась статья ученых о том, что астрономы впервые обнаружили облака "чистого" молекулярного водорода - древнейшего строительного материала Вселенной.



В рамках исследования ученые использовали данные, полученные спектрометром HIRES, установленном на телескопе обсерватории Кека. При помощи данного инструмента ученые проанализировали свет, идущий от удаленных квазаров J113418.96+574204.6 и Q0956+122 на расстоянии 12 миллиардов световых лет от Земли.

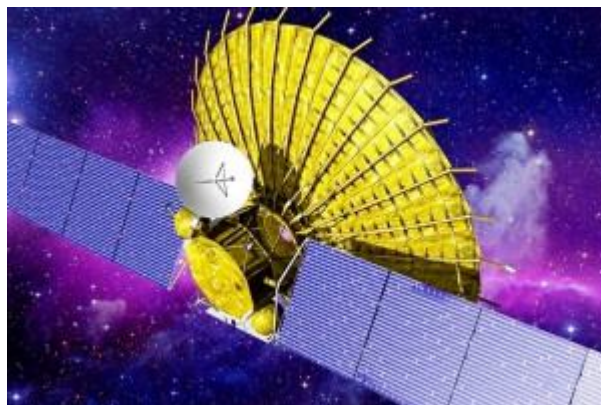
В результате астрономам удалось обнаружить, что по дороге к Земле этот свет прошел через два облака водорода, расположенных на расстоянии 11,8 и 11,6 миллиарда световых лет от нашей планеты. По словам ученых, в обнаруженных облаках почти отсутствуют следы элементов, тяжелее водорода. Это означает, что облака сформировались на заре развития Вселенной, когда сверхновые еще не успели "засеять" пространство более тяжелыми элементами. Наличие подобных облаков почти через два миллиарда лет после образования Вселенной говорит о том, что сверхновые "засеивали" космос тяжелыми элементами хуже, чем считалось до сих пор.

В начале сентября 2011 года в The Astrophysical Journal появилась статья о том, что источником тяжелых элементов в космосе могут служить не только сверхновые. Известно, что данные элементы образуются в результате так называемого R-

процесса (процесс захвата нейтронов более легкими ядрами), который протекает при взрывах звезд.

Оказалось, однако, что этот процесс может происходить и во время столкновения пары нейтронных звезд в двойных системах. По словам ученых, новые результаты позволяют разрешить известное противоречие - согласно существующим компьютерным моделям, одних сверхновых недостаточно, чтобы создать тяжелых элементов столько, сколько наблюдается во Вселенной сейчас.

2011г С 20:00 UTC 14 ноября до 08:30 UTC 15 ноября 2011 года (с 00:00 до 12:30 мск 15 ноября) с использованием Евпаторийского радиотелескопа РТ-70 проведен первый сеанс наблюдений по международной космической программе "Радиоастрон".



По программе работы проведены наблюдения космических радиоисточников в диапазоне 18 см в интерферометрическом сеансе совместно с российским космическим аппаратом "Спектр-Р". "Наблюдения "Радиоастрон" плюс Земля в интерферометрической моде прошли сегодня успешно. Данные в настоящий момент передаются в центр обработки Астрокосмического центра ФИАН", - приводит агентство слова Юрия Ковалева, сотрудника отдела космической радиоастрономии этого центра. Аппарат работал совместно с четырьмя наземными телескопами - тремя 32-метровыми, входящими в "Квазар" (РТ-32 «Светлое», РТ-32 «Зеленчукская», РТ-32 «Бадары»), и одним 70-метровым в Евпатории (телескоп РТ-70). Объектами наблюдений выступали четыре космических радиоисточника: пульсар PSR B0531+21 в Крабовидной туманности, квазары 0016+731 и 0212+735 (для изучения квазара 0212+735 дополнительно был задействован немецкий 100-метровый радиотелескоп в Эффельсберге), а также источник мазерного излучения W3(OH).

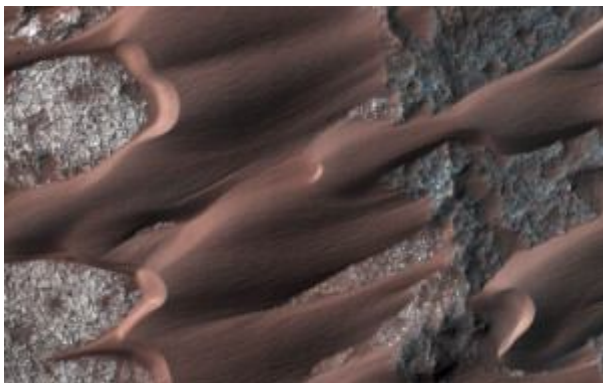
Запланированная программа работ выполнена в полном объеме. Технические средства украинского радиотелескопа РТ-70 отработали в штатном режиме без замечаний. В настоящее время ведется анализ данных, который может занять достаточно много времени.

Проведению первого сеанса наблюдений предшествовала кропотливая работа сотрудников ГКА Украины, Национального центра управления и испытаний космических средств, специалистов предприятий космической отрасли Украины и

Радиоастрономического института НАН Украины по модернизации и восстановлению технических систем радиотелескопа РТ-70, а также дооснащение его приемными устройствами различных диапазонов, передает пресс-службы ГКА Украины.

Космический радиотелескоп "Спектр-Р" ("Радиоастрон") был разработан НПО имени Лавочкина совместно с Институтом физики РАН имени Лебедева. В космическое пространство аппарат был выведен 18 июля 2011 года на борту ракеты-носителя "Зенит". Диаметр антенны аппарата составляет 10 метров. "Спектр-Р" движется вокруг Земли по геоцентрической орбите с полуосью в 189 тысяч километров и наклоном в 51,3 градуса. Инфографику с деталями проекта можно посмотреть здесь.

2011г 17 ноября официальный сайт Американского космического агентства НАСА сообщает, что американский орбитальный аппарат Mars Reconnaissance Orbiter (запуск 12.08.2005г) сфотографировал движение марсианских дюн. Результаты наблюдений изложены в работе, опубликованной в журнале *Geology*.



О том, что песок на Марсе находится в постоянном движении, ученым было известно достаточно давно. Это обнаружил еще Mars Global Surveyor, работавший на орбите Марса с 1997 по 2006 годы. Также, за несколько лет работы на солнечных батареях роверов Спирит (Spirit) и Оппортьюнити (Opportunity) были зафиксированы отложения песка, которые, как считается, нанесло ветром. Новые результаты позволили оценить движение дюн количественно - скорость движения варьировалась в пределах от 0,5 до 2-3 метров в год.

Специалисты отмечают, что новые результаты являются неожиданными - до последнего времени считалось, что поверхность Марса относительно статична. Основанием для этого были эксперименты в аэродинамической трубе, которые показали, что при марсианских атмосферных условиях скорости ветра для эффективного переноса песка должны достигать колоссальных значений. Новые результаты показывают, что, либо ученые недооценивали марсианские ветра, либо ветер на Красной планете способен более эффективно переносить песок с места на место.

Ученые также отмечают, что им удалось обнаружить регионы, где дюны, как и предсказывалось раньше, неподвижны. Исследователи полагают, что в этих регионах грунт

состоит из более крупных и тяжелых частиц. Также возможен вариант, что скорость движения дюн крайне низкая. По словам исследователей, как бы то ни было, но новые данные заставляют пересмотреть существующие модели атмосферных процессов на Марсе.

Зонд Mars Reconnaissance Orbiter был запущен с мыса Канаверал в 2005 году. За время работы на марсианской орбите аппарат передал на Землю данных о Красной планете больше, чем все прежние космические миссии вместе взятые. Примечательно, что официально миссия космического аппарата завершилась еще в 2008 году, однако, он продолжает работать и по сей день, пишет Лента.РУ.

2011г 22 ноября на сайте arXiv.org появился препринт (статья ученых в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*), что галактика Андромеды в прошлом испытала столкновение с соседкой, что, как следствие, привело к интенсивному звездообразованию.



Галактика Андромеды (M31) располагается на расстоянии 2,52 миллиона световых лет от Земли и является предметом интенсивных исследований, поскольку представляет собой ближайшего спирального соседа Млечного Пути. В рамках новой работы, ученые проанализировали данные наблюдений галактики, сделанные при помощи орбитального телескопа "Хаббл".

В результате ученым удалось установить, что 1,5-3 миллиарда лет назад, Андромеда испытала бум звездообразования. При этом, как показал анализ, появилось много звезд, которые содержат относительно небольшое количество тяжелых элементов. Это, в частности, указывает, что в это время галактика испытывала приток "нового" газа.

По словам исследователей, вероятным кандидатом на роль "возмутителя" спокойствия Андромеды является спиральная галактика M33 проходившая в то время мимо M31. Она расположена на расстоянии 2,8 миллиона световых лет от Земли.

Астрофизики из Мичиганского университета рассчитали, что большая часть звездного гало, окружающего галактику Андромеды, происходит от одной большой галактики M 32p, которая 2 млрд лет назад столкнулась с галактикой Андромеды, а остатки погибшей галактики теперь вращаются вокруг галактики Андромеды в виде галактики-спутника M 32.

Примечательно, что в середине ноября 2011 года в *Nature* появилась статья, авторы которой доказывали на примере M33, что в спиральных галактиках локальная структура магнитного поля связана с

глобальной. Как следствие, глобальное магнитное поле влияет на звездообразование в скоплении.

Обсерватория Джемини и Обсерватория Кека изучили необычное движение скоплений звёзд GC-Non и GC-Sub, открытых телескопом Канада-Франция-Гавайи в гало Андромеды рамках программы Pan-Andromeda Archaeological Survey. Экстраполировав их движение назад во времени, удалось выявить указание на два различных события столкновения — одно от 7 до 10 млрд лет назад, а другое за последние несколько миллиардов лет.

2011г 26 ноября в 15:02:00 UTC (19:02:00 мск) с площадки SLC-41 Станции ВВС США "Мыс Канаверал" стартовыми командами компании United Launch Alliance при поддержке боевых расчетов 45 Космического крыла ВВС США осуществлен пуск ракеты-носителя Atlas-5 / 541 № AV-028 с межпланетной станцией MSL (Mars Science Laboratory). Через 44 минуты 12 секунд после старта станция отделилась от разгонной ступени Centaur и вышла на траекторию полета к Марсу. Прибытие в район Красной планеты ожидается 6 августа 2012 года. На поверхность будет доставлен марсоход Curiosity (Кьюриосити, "Любопытство") весом в 899 кг. Предполагаемый срок службы на Марсе — один марсианский год (686 земных суток).

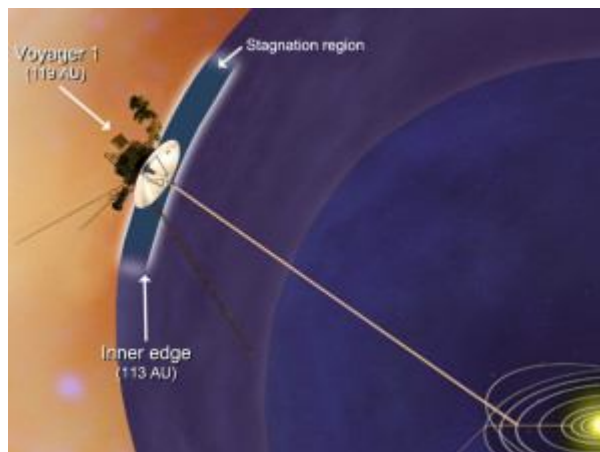


Цель аппарата - поиск следов жизни на Марсе и изучение геологической истории планеты. MSL оборудован тремя камерами и четырьмя спектрометрами. Главный спектрометр называется SAM и предназначен для поиска органики. Аппарат CheMin предназначен для анализа пород, с его помощью можно будет установить, была ли когда-то вода на поверхности Марса.

В проекте Curiosity участвовали и российские ученые: один из приборов марсохода создан в России. Прибор ДАН, разработанный в Институте космических исследований РАН по заказу Роскосмоса, будет искать воду. Точнее - следы водорода, фиксируя динамическое альbedo нейтронов. Прибор будет зондировать верхний слой грунта Марса на глубину до 1 метра с целью поиска воды и водородсодержащих соединений, передает "Интерфакс".

В настоящее время продолжает действие другая марсианская программа NASA - Mars Exploration Rover (MER), состоящая из двух марсоходов, Спирит и Оппортьюнити. Оба робота были отправлены на Красную планету в 2003 году; связь со Spirit была окончательно потеряна в 2010-м.

2011г 5 декабря Американское космическое агентство НАСА сообщает, что аппарат "Вояджер 1" (запуск 05.09.1977г) добрался до так называемого региона стагнации - последнего рубежа, отделяющего аппарат от межзвездного пространства.



Область стагнации представляет собой регион с довольно сильным магнитным полем (индукция резко возросла почти в два раза по сравнению с предыдущими значениями) - давление заряженных частиц со стороны межзвездного пространства заставляет поле, создаваемое Солнцем, уплотниться.

Кроме этого аппарат зарегистрировал рост количества высокоэнергетических электронов (примерно в 100 раз), которые проникают в Солнечную систему из межзвездного пространства. Ученые отмечают, что протяженность зоны стагнации неизвестна. Так, аппарат может выйти в межзвездное пространство в течение нескольких месяцев, либо через несколько лет.

В апреле 2010 года "Вояджер 1" покинул гелиосферу - область космического пространства, в которой скорость солнечного ветра отлична от нуля. Тогда, чтобы убедиться, что ветер действительно успокоился, ученые несколько раз поворачивали аппарат.

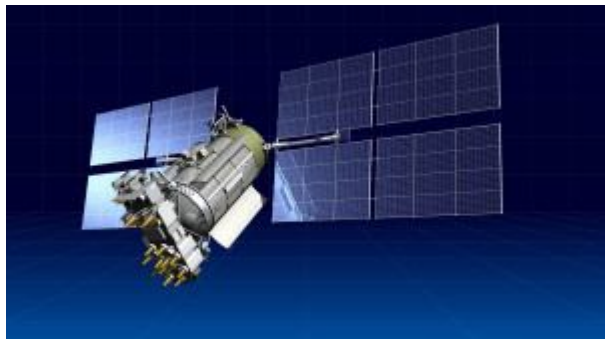
"Вояджер-2" и "Вояджер 1" (несмотря на нумерацию, аппараты стартовали именно в таком порядке) были запущены в 1977 году. Благодаря удачному расположению планет, аппараты вместе смогли отправиться за границы Солнечной системы. Источником энергии на борту обоих "Вояджеров" выступает радиоизотопный источник энергии.

В настоящее время "Вояджер 1" находится на расстоянии 119 астрономических единиц (то есть расстояний от Земли до Солнца) от нашей планеты.

2011г 8 декабря наконец группировка ГЛОНАСС сформирована - работает 24 аппарата. Орбитальная группировка российской навигационной системы ГЛОНАСС под занавес года впервые обеспечила прием навигационного сигнала в глобальном масштабе, теперь ее данные могут получать пользователи по всему миру. Точность приема сигнала составляет 2,5-2,8 метров.

Последним аппаратом, введенным в эксплуатацию 8 декабря 2011 года, стал спутник за номером 744, который был выведен на орбиту 4 ноября. Ввод в

эксплуатацию аппарата начался 1 декабря и занял ровно неделю. В свою очередь последний старт по программе ГЛОНАСС состоялся 28 ноября. Сейчас в состав космической группировки входит 31 аппарат находящиеся на орбите. Из них 24 используются по целевому назначению, три аппарата находятся на этапе ввода в систему, два находятся на техобслуживании, по одному - в резерве и на этапе летных испытаний.



Российская глобальная навигационная система разрабатывается с 90-х годов прошлого века. Изначально она задумывалась как военная, однако, в 2000-х ее статус изменился на систему двойного назначения. Основой системы являются 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трёх орбитальных плоскостях с наклоном орбитальных плоскостей $64,8^\circ$ и высотой орбит 19 100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS. Основное отличие от системы GPS в том, что спутники ГЛОНАСС в своём орбитальном движении не имеют резонанса (синхронности) с вращением Земли, что обеспечивает им большую стабильность. Таким образом, группировка космических аппаратов (КА) ГЛОНАСС не требует дополнительных корректировок в течение всего срока активного существования. Тем не менее, срок службы спутников ГЛОНАСС заметно короче.

2011г 9 декабря сообщено (статья подана в *The Astrophysical Journal Letters*, а ее препринт доступен на сайте arXiv.org), что астрономы впервые обнаружили галактики-карлики в процессе слияния.



Объектом исследования ученых выступала карликовая галактика NGC 4449, расположенная на

расстоянии 12,5 миллионов световых лет от Земли в созвездии Гончие Псы. Эта карликовая галактика по своим размерам напоминает Магеллановы облака - карликовые спутники Млечного Пути. Отличительной особенностью скопления является необычайно высокая интенсивность звездообразования. На это указывает, в частности, большое количество молодых горячих звезд.

В рамках новой работы исследователи использовали телескоп Subaru (Субару), расположенный на потухшем вулкане Мауна-Кеа на Гавайских островах. Анализ собранных данных позволил обнаружить "реку" звезд, которая тянется извне внутрь галактики. Такие образования обычно наблюдаются у более крупных скоплений и являются результатом воздействия приливных сил галактики на карликового соседа, подошедшего слишком близко.

Ученые предположили, что природа потока та же самая и заключили, что им впервые удалось зарегистрировать процесс слияния карликовых галактик. Это также позволяет легко объяснить активное звездообразование - подобные процессы особенно активны в сталкивающихся галактиках.

По словам ученых, новое открытие особенно важно, учитывая, что столкновения карликовых галактик предсказываются теориями холодной темной материи - одной из основных теория этой загадочной субстанции. Холодной она называется потому, что ее частицы движутся с классическими скоростями. В настоящее время главными кандидатами на роль частиц темной материи выступают вимпы - слабо взаимодействующие массивные частицы.

2011г В Стокгольме в субботу, 10 декабря, прошла церемония награждения Нобелевскими премиями 2011 года в области литературы, медицины, физики, химии и экономики. В тот же день в Осло была вручена Нобелевская премия мира.



Saul Perlmutter



Brian P. Schmidt



Adam G. Riess

Нобелевская премия по физике за 2011 год присуждена трем американским астрофизикам «за открытие ускоренного расширения Вселенной посредством наблюдения дальних сверхновых» [открыли в 1998г при наблюдениях сверхновых типа Ia]. 25 найденных сверхновых были отнесены к новому типу Iaх, который является более тусклым частным случаем типа Ia. Новый вид сверхновых уникален тем, что в процессе их образования звезда-белый карлик не полностью уничтожается в результате взрыва. Как следствие, яркость взрыва получается низкой, и такие сверхновые труднее обнаружить:

Сол Перлмуттер (Saul Perlmutter, род. 22 сентября 1959, Иллинойс, США) — профессор Калифорнийского университета в Беркли, член Национальной академии наук США (2002);
Брайан Шмидт (Brian P. Schmidt; род. 24 февраля 1967, г. Миссула, штат Монтана, США) — американский и австралийский астрофизик, Обсерватория Маунт-Стромло (Австралийский национальный университет), член Национальной академии наук США (2008);
Адам Рисс (Adam Riess; род. 16 декабря 1969, г. Вашингтон, США) — Университет Джонса Хопкинса, возглавляет программу обнаружения удалённых сверхновых с помощью телескопа Хаббл, член Национальной академии наук США (2009).
За это открытие Сол Перлмуттер, Брайан П. Шмидт и Адам Рисс получили премию Шао по астрономии за 2006 год.

Согласно современным представлениям, сверхновые типа Ia - результат взрыва белого карлика в двойной звездной системе. Карлик, воруя материю у звезды-компаньона, постепенно набирает массу. Когда она достигает предела Чандрасекара (примерно 1,4 солнечных), происходит взрыв.

Вместе с тем в последние годы стали появляться доказательства того, что сверхновая типа Ia - результат столкновения пары белых карликов в двойной системе.

Главным различием между этими двумя сценариями является так называемое распределение времени задержки - зависимость количества сверхновых в регионе от времени, прошедшего с периода активного звездообразования. Разные сценарии дают разные графики, поэтому, изучая сверхновые и соответствующее распределение, можно определить, какой из сценариев наиболее вероятный.

4 октября 2011 года в пресс-релизе Университета в Беркли астрофизика Алексея Филиппенко (соавтор Адама Риса по работе 1998 года, за которую он, как главный автор, получил Нобелевскую премию), один из авторов работы группы ученые из США, Израиля и Японии, сказал, что им удалось доказать, что большинство сверхновых типа Ia результат столкновения белых карликов в двойной системе. Статья ученых опубликована в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, а ее препринт доступен на сайте arXiv.org. В рамках новой работы ученые использовали 8,2-метровый японский телескоп Subaru и телескоп Кека для получения информации о 150 сверхновых типа Ia, удаленных от Земли на 5-10 миллиардов световых лет. При этом, по мнению ученых, новые данные не исключают первый вариант и не ставят под сомнение результаты нобелевских лауреатов.

2011г 20 декабря появилось сразу две статьи, посвященные проведенному исследованию в журналах *Astronomy and Astrophysics* (здесь) и *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (здесь) о том, что астрономы обнаружили "заторможенные" останки сверхновой - рентгеновский пульсар, расположенный в оставшемся от взрыва облаке.

Главным объектом исследования выступал пульсар SXP 1062, расположенный на расстоянии

180 тысяч световых лет от Земли в созвездии Тукан. SXP 1062 представляет собой нейтронную звезду, сформировавшуюся после взрыва сверхновой типа Ib (гравитационный коллапс массивного ядра звезды, растерявшей перед смертью внешние слои) примерно 40 тысяч лет назад.

Пульсар входит в двойную систему, второй компонентой которой является Ве-звезда - горячая звезда спектрального класса В - она, вероятно, и лишила будущую нейтронную звезду внешних слоев. В рамках работы ученые использовали данные, собранные телескопами Chandra (Чандра) и XMM-Newton.

По утверждению исследователей, это первый достоверный случай, когда пульсар удалось обнаружить внутри останков сверхновой, которые за прошедшее время не успели разлететься. Также они отмечают необычно низкую для столь молодых пульсаров скорость вращения - один оборот за 1062 секунды. Многие пульсары часто делают несколько тысяч оборотов в секунду.

В настоящее время исследователи разрабатывают теорию, которая могла бы объяснить либо возникновение подобных медленных пульсаров, либо столь быстрое замедление. При этом подчеркивается уникальность находки - в настоящее время известно очень мало пульсаров с периодами обращения в тысячу и более секунд.

"Наш план - максимально подробно изучить данные наблюдений в рентгеновском диапазоне, чтобы заметить даже малейшие колебания в системе, и данные в оптическом диапазоне, чтобы разобраться в свойствах звезды-компаньона", - приводит портал Space.com слова астронома из Германии Лидии Оскиновой, пишет Лента.РУ.

2011г 21 декабря в журнале *Nature* появилась статья (также сообщение Телескоп «Кеплер» нашел останки двух «поджаренных» планет-гигантов) в которой описывается, что ученые обнаружили останки планет, которые пережили погружение в собственную звезду.

В рамках работы ученые использовали данные, собранные телескопом "Кеплер". В результате им удалось установить, что у оранжевой звезды KOI-55 (в созвездии Лебедя, удаленной на расстоянии 1180 парсек от Солнца) объекты KOI 55.01 и KOI 55.02 (Kepler Object of Interest - объект, представляющий интерес для "Кеплера") представляют собой планеты. Их радиусы - 0,76 и 0,87 земных соответственно, а периоды обращения вокруг звезды - 5,76 и 8,23 часа. Относительно быстрый период прохождения по диску светила говорит об очень близкой орбите - первая планета удалена от звезды на 0,006 астрономической единицы, а вторая - на 0,0076 (одна астрономическая единица равняется среднему расстоянию между Землей и Солнцем).

Анатолий Максименко,
любитель астрономии, <http://astro.websib.ru>



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 апреля - Луна ($\Phi = 0,77-$) проходит севернее Антареса,
 2 апреля - Луна ($\Phi = 0,75-$) в нисходящем узле своей орбиты,
 2 апреля - покрытие Луной ($\Phi = 0,69-$) звезды тета Змееносца (3,3 m) при видимости в Приморье и на Камчатке,
 4 апреля - Луна ($\Phi = 0,53-$) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
 4 апреля - Луна в фазе последней четверти,
 6 апреля - Луна ($\Phi = 0,3-$) проходит южнее Сатурна,
 7 апреля - Луна ($\Phi = 0,22-$) проходит южнее

9 апреля - Луна ($\Phi = 0,07-$) близ Нептуна,
 11 апреля - Луна ($\Phi = 0,01-$) проходит южнее Меркурия,
 12 апреля - новолуние,
 12 апреля - Луна ($\Phi = 0,01+$) проходит южнее Венеры,
 13 апреля - Луна ($\Phi = 0,02+$) проходит южнее Урана,
 14 апреля - Луна ($\Phi = 0,06+$) в апогее своей орбиты на расстоянии 406120 км от центра Земли,
 16 апреля - Луна ($\Phi = 0,15+$) проходит севернее Альдебарана,
 16 апреля - Луна ($\Phi = 0,15+$) в восходящем узле своей орбиты,

17 апреля - долгопериодическая переменная звезда R Треугольника близ максимума блеска (5m),

17 апреля - Луна ($\Phi = 0,24+$) проходит южнее Марса (покрытие, видимое в Индии и странах Юго-Восточной Азии),

18 апреля - Луна ($\Phi = 0,34+$) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,

18 апреля - покрытие Луной ($\Phi = 0,34+$) звезды эпсилон Близнецов (3,1m) при видимости в западной половине страны,

19 апреля - Меркурий в верхнем соединении с Солнцем,

19 апреля - покрытие Луной ($\Phi = 0,45+$) звезды каппа Близнецов (3,6m) при видимости на Европейской части России,

20 апреля - Луна в фазе первой четверти,

22 апреля - Луна ($\Phi = 0,72+$) проходит севернее Регула,

22 апреля - покрытие Луной ($\Phi = 0,76+$) звезды 46 Льва (5,4m) при видимости на Европейской части России,

23 апреля - Венера проходит в 0,2 гр. южнее Урана,

24 апреля - Меркурий проходит в 0,7 гр. севернее Урана,

25 апреля - Меркурий проходит в 1,2 гр. севернее Венеры,

26 апреля - Луна ($\Phi = 0,98+$) проходит севернее Спика,

27 апреля - полнолуние,

27 апреля - Луна ($\Phi = 1,0$) в перигее своей орбиты на расстоянии 357377 км от центра Земли,

28 апреля - долгопериодическая переменная звезда R Дракона близ максимума блеска (5m),

29 апреля - Луна ($\Phi = 0,93-$) проходит севернее Антареса,

29 апреля - Луна ($\Phi = 0,93-$) в нисходящем узле своей орбиты,

30 апреля - долгопериодическая переменная звезда W Геркулеса близ максимума блеска (7m),

30 апреля - Уран в соединении с Солнцем.

Солнце движется по созвездию Рыб до 18 апреля, а затем переходит в созвездие Овна. Склонение центрального светила постепенно растет, достигая положительного значения 15 градусов к концу месяца, а продолжительность дня быстро увеличивается от 13 часов 07 минут до 15 часов 23 минут на **широте Москвы**. Полуденная высота Солнца за месяц на этой широте увеличится с 38 до 49 градусов. Длительные сумерки в средних и северных широтах оставляют немного времени для глубокого темного неба (несколько часов). Чем выше к северу, тем продолжительность ночи короче. На широте Мурманска, например, темное небо можно будет наблюдать лишь в начале апреля, а к концу месяца здесь наступят белые ночи.

Наблюдения пятен и других образований на поверхности дневного светила можно проводить в телескоп или бинокль и даже невооруженным глазом (если пятна достаточно крупные). **Но нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно обязательно (!) проводить с применением солнечного фильтра** (рекомендации по наблюдению Солнца имеются в журнале «Небосвод» <http://astronet.ru/db/msg/1234339>).

Луна начнет движение по небу апреля при фазе 0,85- в созвездии Весов. В первый день месяца ночное светило посетит созвездие Скорпиона и перейдет в созвездие Змееносца при фазе 0,78- (наблюдаясь севернее Антареса). 3 лунный овал при фазе 0,65- пересечет границу созвездия Стрельца и пробудет здесь до 5 апреля (приняв фазу последней четверти 4 апреля). Перейдя в созвездие Козерога при фазе 0,39-, лунный серп ($\Phi = 0,3-$) 6 апреля будет находиться южнее Сатурна, а 7 апреля ($\Phi = 0,22-$) - южнее Юпитера. В этот день при фазе около 0,2- Луна достигнет созвездия Водолея, где 9 апреля пройдет южнее Нептуна, уменьшив фазу до 0,07-. В созвездии Рыб тонкий серп Луны ($\Phi = 0,04-$) перейдет 10 апреля, но в этот же день вступит в созвездие Кита, где пробудет до 11 апреля, когда вновь достигнет границы созвездия Рыб. Здесь Луна примет фазу новолуния, находясь рядом с Венерой. 13 апреля лунный серп ($\Phi = 0,01+$) еще раз посетит созвездие Кита, которое покинет в этот же день при фазе 0,02+, перейдя в созвездие Овна и находясь близ Урана. 14 апреля Луна перейдет в созвездие Тельца при фазе 0,05+, пройдя на следующий день южнее Плеяд при фазе 0,08+. 15 апреля лунный серп ($\Phi = 0,15+$) будет находиться севернее Альдебарана и рассеянного звездного скопления Гиады. Продолжив путь по созвездию Тельца, Луна ($\Phi = 0,24+$) 17 апреля пройдет южнее Марса, вступив в этот же день в созвездие Близнецов. 20 апреля лунный полудиск ($\Phi = 0,48+$) достигнет созвездия Рака и в этот день примет фазу первой четверти. Севернее звездного скопления Ясли (M44) Луна ($\Phi = 0,55+$) пройдет 20 апреля, на следующий день перейдя в созвездие Льва при фазе 0,63+. 22 апреля Луна пройдет севернее Регула при фазе 0,72+, продолжив путь по созвездию Льва до 24 апреля, когда перейдет в созвездие Девы при фазе 0,87+. 26 апреля яркий лунный диск ($\Phi = 0,98+$) пройдет севернее Спика, устремившись к созвездию Весов, в которое войдет 27 апреля, приняв перед этим фазу полнолуния. Достигнув созвездия Скорпиона 28 апреля при фазе 0,96-, яркая Луна пробудет здесь недолго, 29 апреля перейдя в созвездие Змееносца при фазе 0,94-. Здесь ночное светило пробудет до 30 апреля, когда перейдет в созвездие Стрельца при фазе 0,85-. В этом созвездии Луна закончит свой путь по небу апреля, уменьшив фазу до 0,79-.

Большие планеты Солнечной системы. **Меркурий** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея, 2 апреля переходя в созвездие Рыб, а 7 апреля - в созвездие Кита. 10 апреля Меркурий вновь перейдет в созвездие Рыб, а 19 апреля достигнет созвездия Овна, где и останется до конца апреля. Быстрая планета находится на

утреннем небе до 19 апреля, когда вступит в верхнее соединение с Солнцем, а затем перейдет на вечернее небо. Элонгация планеты до соединения будет уменьшаться от 18 градусов до 0 градусов, а к концу месяца увеличится до 11 градусов. Видимый диаметр Меркурия имеет значение около 5 угловых секунд, блеск быстрой планеты в течение месяца варьируется от -0,5m до -2m. Фаза планеты близка к 1. Это означает, что при наблюдении в телескоп Меркурий будет иметь вид крохотного диска.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Рыб, 14 апреля переходя в созвездие Овна. Планета наблюдается на вечернем небе, увеличивая угловое расстояние от центрального светила от 2 до 9 градусов. Видимый диаметр Венеры составляет около 10", а фаза близка к 1 при блеске около -4m. В телескоп виден диск без каких либо деталей на поверхности планеты.

Марс перемещается по созвездию Тельца в одном направлении с Солнцем, 24 апреля переходя в созвездие Близнецов. Планета видна в вечерние часы. Блеск Марса уменьшается за месяц от +1,3m до +1,6m. Видимый диаметр загадочной планеты в течение апреля уменьшится от 5,3 до 4,6 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск, на поверхности которого можно различить некоторые детали.

Юпитер перемещается в одном направлении с Солнцем около границы созвездий Козерога и Водолея. Газовый гигант имеет утреннюю видимость, и виден несколько левее Сатурна. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы увеличивается от 35" до 37" при блеске около -2m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности Юпитера видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника видны уже в бинокль, а в телескоп в условиях хорошей видимости можно наблюдать тени от спутников на диске планеты, а также различные конфигурации спутников.

Сатурн перемещается по созвездию Козерога. Окольцованная планета имеет утреннюю видимость. Блеск планеты придерживается значения +0,7m при видимом диаметре около 16,5". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимые размеры кольца планеты составляют в среднем 40x10" при наклоне к наблюдателю 17 градусов.

Уран (6m, 3,5") имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Овна южнее звезды альфа Aгi. Планета заканчивает вечернюю видимость и проходит соединение с Солнцем в конце месяца. Разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планету можно наблюдать в периоды новолуний на темном чистом небе. Блеск спутников Урана слабее 13m.

Нептун (8m, 2,4") движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея близ звезды фи Aqr

(4,2m). Планета появляется на фоне сумеречного сегмента утреннего неба. Для поисков самой далекой планеты Солнечной системы понадобится бинокль и звездные карты в [Астрономическом календаре на 2021 год](#), а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

Из комет месяца, видимых с территории нашей страны, расчетный блеск около 10m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: C/2020 R4 (ATLAS) и P/Tempel (10P). Первая при максимальном расчетном блеске около 9m движется по созвездиям Орла, Змееносца, Геркулеса, Северной Короны и Волопаса. Вторая перемещается по созвездиям Водолея и Рыб при максимальном расчетном блеске около 10m. Подробные сведения о других кометах месяца имеются на <http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://195.209.248.207/>

Среди астероидов месяца самым ярким будет Веста (6,5m), которая движется по созвездию Льва. Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

Долгопериодические переменные звезды месяца (по данным <http://blog.astronomypage.ru/> - звездная величина фотографическая): S Малого Льва 8,7m - 3 апреля, RT Весов 8,6m - 3 апреля, X Жирафа 8,2m - 11 апреля, S Волопаса 8,8m - 11 апреля, R Ворона 8,6m - 12 апреля, R Треугольника 6,1m - 17 апреля, T Водолея 8,2m - 17 апреля, R Жирафа 9,0m - 18 апреля, U Кассиопеи 8,5m - 19 апреля, RY Змееносца 8,6m - 26 апреля, R Дракона 6,3m - 28 апреля, S Весов 8,7m - 29 апреля, U Эридаана 9,1m - 30 апреля, W Геркулеса 8,1m - 30 апреля. Дополнительно на <http://www.aavso.org/>.

Среди основных метеорных потоков 22 апреля максимума действия достигнут Лириды (ZHR= 18) из созвездия Лиры. Луна в период максимума этого потока имеет фазу первой четверти, поэтому условия наблюдений Лирид в этом году будут определяться влиянием ночного светила. Подробнее на <http://www.imo.net>.

Другие сведения в АК_2021 - <http://www.astronet.ru/db/msg/1704127>

Ясного неба и успешных наблюдений!

Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php>

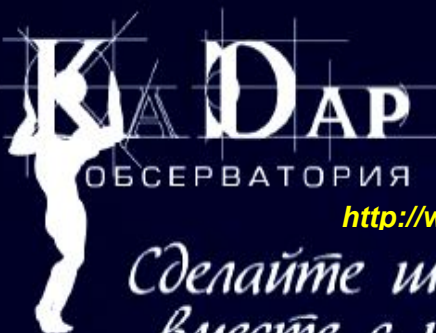
Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 04 на 2021 год** <http://www.astronet.ru/db/news/>

Александр Козловский, журнал «Небосвод»

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



ОБСЕРВАТОРИЯ

<http://www.ka-dar.ru/observ>

Сделайте шаг к науке
вместе с нами!

Астрономический календарь на 2021 год

<http://www.astronet.ru/db/msg/1704127>

АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца



<http://shvedun.ru>



<http://www.astro.websib.ru>

astro.websib.ru



<http://астрономия.рф/>

Астрономия .РФ

Общероссийский астрономический портал

ТЕЛЕСКОПЫ - НАША ПРОФЕССИЯ

Звездочет

<http://astronom.ru>

(495) 729-09-25, 505-50-04

Офис продаж: Москва. Тихвинский переулок д.7, стр.1 [\(карта\)](#)

О НАС

КОНТАКТЫ

КАК КУПИТЬ И ОПЛАТИТЬ

ДОСТАВКА

ГАРАНТИЯ

WR32 и межзвездные облака в Киле



Ariel L. Cappelletti

Небосвод 04 - 2021