

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД

**Night Sky**  
**Observer's**  
**Guide**

**Volume 4**

*The Glories of the Milky Way to  $-54^{\circ}$*

*George Robert Kepple*

СТАТЬЯ НОМЕРА

## The Night Sky Observer's Guide

**04'22**  
апрель



Небесный курьер (новости астрономии)    Туманность Антареса

Годиерна: Нунций хрустального века    История астрономии начала XXI века

Вера Рубин, соткавшая тёмную материю    Небо над нами: апрель - 2022



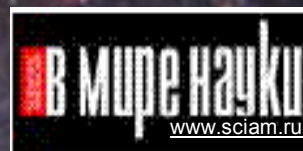
## Книги для любителей астрономии из серии «Астробиблиотека» от 'АстроКА'



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://astronet.ru/db/msg/1704127>  
 Астрономический календарь на 2022 год <http://astronet.ru/db/msg/1769488>  
 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](http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip)



Календарь наблюдателя на апрель 2022 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



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



<http://astronet.ru>



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



<http://www.vokrugsveta.ru>



<http://www.astronomy.ru/forum>



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!

В ясные ночи апреля можно совершать увлекательные путешествия по звездному небу. Виктор Смагин расскажет нам о небесных объектах, видимых в этом месяце. *«Апрель - это тот месяц, когда ночи становятся не так холодны, и за телескопом можно провести несколько часов, лишь изредка согреваясь чем-нибудь горяченьким. Апрель - это месяц, когда можно в полной мере насладиться океаном галактик, величественно перекачивающимся в течение всей ночи с востока на запад. Вообще, осознание того, что область неба на границе созвездий Девы и Волос Вероники наводнена многими тысячами невидимых глазу галактик, придает какое-то новое смысловое содержание бедному на яркие звезды весеннему небу. Количество галактик, доступных для наблюдения весной, настолько велико, что даже в далеко неидеальных условиях подмосковной засветки небольшой 70-мм рефрактор способен показать не менее двух десятков этих прекрасных представительниц туманных объектов. Мой 150-мм аппарат - не самый мощный по нынешним временам, но даже он приносит такой богатый урожай на галактики в апреле, что одной главы никак не достаточно, чтобы хоть в какой-то мере выразить возникающее при их наблюдении благоговение. Описанию весенних галактик можно посвятить отдельную книгу, чем, быть может, я и займусь, если почувствую себя достаточно уверенным для этого немаленького произведения. Весенняя дубрава - это что-то совершенно особенное, уникальное, такую энергию воскресающей каждый год жизни, пожалуй, можно увидеть только в апреле. Стоит лишь на миг попасть под ее сень, как ощущение некоей безжизненности, вызванное голыми шершавыми стволами и черными закорючками мощных ветвей мгновенно пропадает, ведь под ногами мы обнаруживаем не мрачный полог дубовых листьев, а потрясающей красоты пестрый ковер. Каких цветов тут только нет! Присев на корточки, можно очень долго рассматривать все это великолепие тянущихся к ласковому солнцу стебельков медуниц, раскрашенных всеми цветами радуги, желтых цветков мать-и-мачехи, и только-только пробивающихся из-под влажной душистой листвы листков ландыша.»* Полностью статью можно прочитать [в апрельском номере журнала «Небосвод» за 2009 год](#). Не смотря на давность публикации, она актуальна и сейчас. Наблюдайте и присылайте ваши статьи в журнал «Небосвод».

**Ясного неба и успешных наблюдений!**

Редакция журнала «Небосвод»

## Содержание

- 4 Небесный курьер (новости астрономии)  
Органические вещества  
в марсианском метеорите ALH 84001  
образовались в результате  
серпентинизации  
Кирилл Власов
- 8 Туманность Антареса  
Андрей Климковский
- 10 Вера Рубин, соткавшая  
темную материю  
Алексей Левин
- 20 The Night Sky Observer's Guide  
Николай Демин
- 25 Годиерна: Нунций хрустального века  
Павел Тупицын
- 31 История астрономии 21 века  
Анатолий Максименко
- 38 Небо над нами: АПРЕЛЬ - 2022  
Александр Козловский

**Обложка: Т Тельца и переменная  
туманность Хинда**

<http://www.astronet.ru/db/apod.html>

Окрашенная в оранжевые оттенки звезда, находящаяся в центре верхней части этого замечательного изображения – Т Тельца, прототип класса переменных звезд типа Т Тельца. Около нее (справа) видно желтое пылевое космическое облако, известное как переменная туманность Хинда (NGC 1555). Звезда и туманность находятся на расстоянии около 650 световых лет, на краю местного пузыря и молекулярного облака в Тельце. Блеск звезды и туманности сильно меняется, однако не обязательно в одно и то же время, что добавляет таинственности этой вызывающей интерес области неба. В настоящее время общепризнано, что звезды типа Т Тельца – это молодые (возраст меньше нескольких миллионов лет), похожие на Солнце звезды, которые находятся на ранних стадиях формирования. Еще больше усложняют картину инфракрасные наблюдения, которые показали, что сама Т Тельца входит в состав кратной системы и позволяют предположить, что в связанной с ней туманности Хинда может находиться очень молодой звездобразный объект. На расстоянии до Т Тельца это замечательное цветное изображение охватывает область размером около 8 световых лет.

**Авторы и права:** [Дон Лоури](#), Джан Лоренцо Ферретти, Ева Пасиак и Терри Фелти

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](mailto: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](mailto: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>

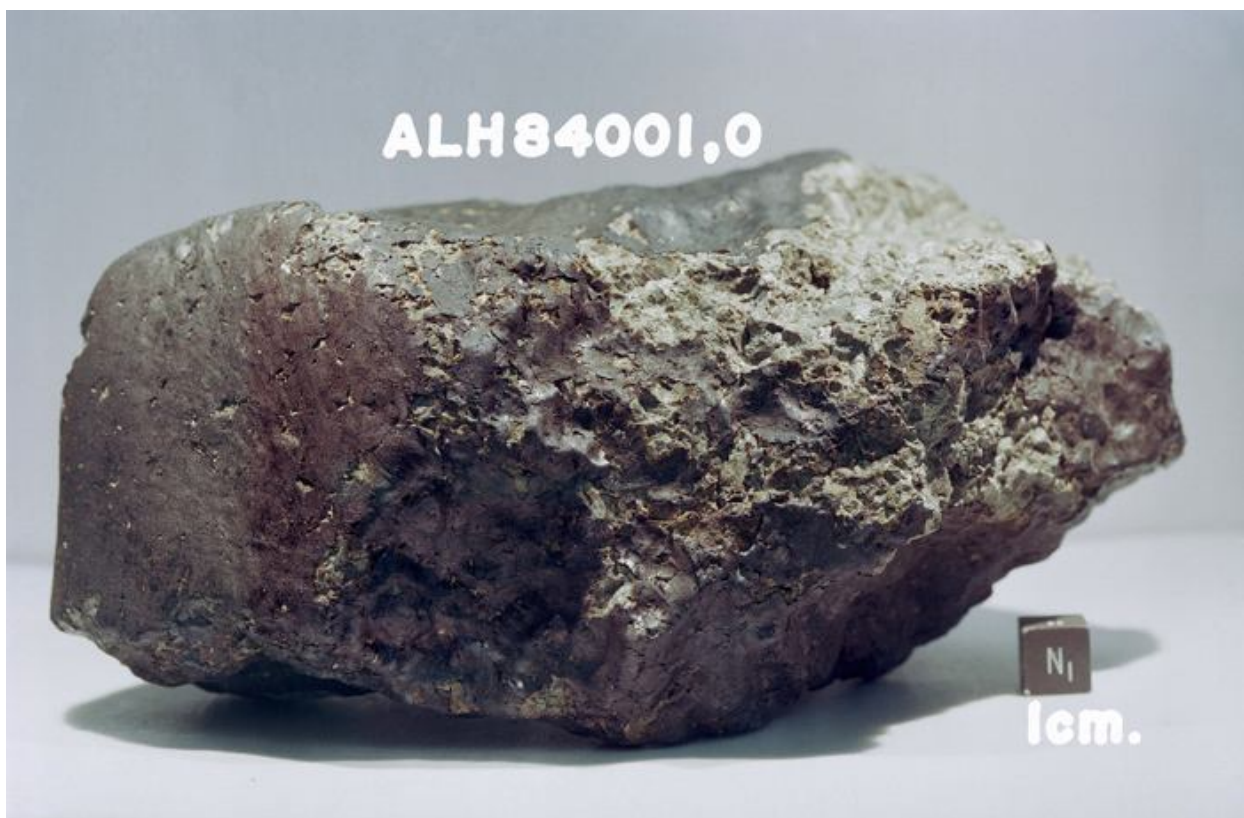
Сверстано 18.02.2022

© *Небосвод*, 2022



## Новости астрономии

**Органические вещества в марсианском метеорите ALH 84001 образовались в результате серпентинизации**



*Рис. 1. Марсианский метеорит Allan Hills 84001 (ALH 84001) был найден в 1984 году в рамках экспедиции по поиску метеоритов в Антарктиде. Считается, что около 16 млн лет назад он был выбит с Марса при падении другого метеорита, а примерно 13 000 лет назад упал на Землю. Метеорит весит чуть меньше 2 кг и имеет форму картофелины размером примерно 15×10×7,5 см. Фото с сайта en.wikipedia.org*

Обнаруженные в 1996 году в марсианском метеорите Allan Hills 84001 (ALH 84001) карбонатные глобулы, содержащие органические молекулы, долгое время были центром дискуссии о возможном существовании жизни на древнем Марсе. Изучив тонкие поперечные спилы этих объектов с помощью просвечивающего электронного микроскопа, международная команда ученых установила, что они имеют однозначно абиогенное происхождение и образовались в ходе геологического процесса серпентинизации.

Метеорит ALH 84001 был найден 27 декабря 1984 года участниками экспедиции в рамках проекта ANSMET (Antarctic Search for Meteorites — «поиск метеоритов в Антарктике»). Этот проект позволяет собирать максимально незагрязненное внеземное вещество, так как на поверхности ледяных щитов Антарктиды сравнительно мало инородного биологического и геологического материала, способного попасть внутрь образца.

ALH 84001 состоит преимущественно из минерала ортопироксена, являясь аналогом земных пород ортопироксенитов. Судя по данным изотопного анализа, этот ортопироксен кристаллизовался примерно 4,09 млрд лет назад, что делает ALH 84001 одним из древнейших образцов марсианского вещества (T. J. Lapen et al., 2010. A Younger Age for ALH84001 and Its Geochemical Link to Shergottite Sources in Mars). Около 3,9 млрд лет назад участок марсианской горной породы, частью которой был ALH 84001, провзаимодействовал с горячими водными растворами (L. E. Borg et al., 1999. The Age of the Carbonates in Martian Meteorite ALH84001). Среди прочего эти растворы привели к формированию минералов группы карбонатов (таких как сидерит ( $\text{FeCO}_3$ ), доломит ( $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ ) магнезит ( $\text{MgCO}_3$ ) и кальцит ( $\text{CaCO}_3$ )).

Изучавшая эти карбонаты (рис. 2) научная группа во главе с Дэвидом Маккеем (David S. McKay) в 1996 году опубликовала в журнале Science невероятно провокационную статью «В поисках прошлой жизни на Марсе: возможные следы реликтовой биологической активности в марсианском метеорите ALH 84001» (D. S. McKay et al., 1996. Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001). В ней исследователи описали сферические и продолговатые карбонатные образования (глобулы), связанные с полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), и выдвинули гипотезу, что это могут быть



ископаемые марсианские нанобактерии. Забегая вперед, скажу, что в итоге эта гипотеза была отвергнута научным сообществом и сейчас у нас нет достоверных свидетельств существования живых организмов вне Земли (не считая МКС (см. S. Boljani et al., 2021. *Methylobacterium ajmalii* sp. nov., Isolated From the International Space Station) и случайно загрязненных автономных космических аппаратов). тобы понять, как вообще у Маккея родилась эта смелая и немножко безумная идея, нужно сказать пару слов о нем самом и о других популярных научных концепциях середины девяностых годов прошлого века.

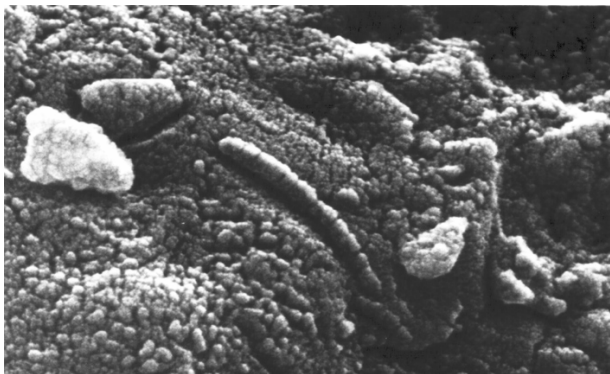


Рис. 2. Карбонатные структуры, обнаруженные в метеорите ALH 84001. Фото сделано с помощью сканирующего электронного микроскопа. Несмотря на то, что именно эта фотография наиболее популярна в медиа, она не являлась частью исходной статьи и была сделана позже, причем на ней запечатлен не тот участок метеорита, который был представлен в исследовании, а другой. Фото с [сайта en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

Дэвид Маккей (1936–2013), отвечавший в то время за астробиологию в Космическом центре имени Линдона Джонсона, был геологом из поколения, которое отправило людей на Луну. В 1962 году, будучи еще аспирантом, он присутствовал на речи президента Джона Ф. Кеннеди, в которой тот обещал отправить астронавтов на спутник Земли в течение десятилетия. Обещание Кеннеди, как известно, исполнилось и в 1969 году Дэвид обучал Нила Армстронга и Базза Олдрина геологии, в ходе последней предполетной практики в Западном Техасе. А 20 июля того же года он консультировал их уже из командного центра во время прогулки по Луне. Свою дальнейшую карьеру он посвятил изучению геологического материала, собранного во время этой и последующих «прогулок», и является одной из ключевых фигур в селенологии.

Сама же гипотеза о возможности обнаружения следов живых организмов размером менее нескольких сотен нанометров в геологических образцах была выдвинута всего за несколько лет до выхода провокационной статьи о карбонатах в метеорите ALH 84001 (в 1992 году), и к моменту ее публикации была всего лишь модной спекуляцией. Она была основана на спорной интерпретации наноразмерных геологических находок, а ее основная проблема заключалась в том, что было не очень ясно, как может функционировать настолько маленький организм. Нанометр — это одна миллиардная часть метра. Для сравнения, длина кишечной палочки (*Escherichia coli*) около 2 микрометров (миллионных частей метра). Примерно такой же порядок размера имеют и крупные органеллы клетки вроде митохондрии. Долгие и драматические поиски нанобактерий в природе так и не увенчались успехом и к 2010-м основная часть научного сообщества признала, что таких живых

существ нет в природе (J. D. Young, J. Martel. 2010. *The rise and fall of nanobacteria*), а те самые мелкие странные геологические объекты получаются в ходе геохимических процессов.

Но в 1996 году концепция наноразмерных организмов еще активно обсуждалась, так что, в общем, неудивительно, что она органично вписалась в научно-фантастическую интерпретацию Маккея. Надо ли говорить, что вышедшая статья произвела абсолютно невероятный эффект — лучшей иллюстрацией этому служит специальное заявление президента США Билла Клинтона, который посчитал необходимым дать свой комментарий.

В итоге сейчас статья о «марсианских бактериях» известна всем — от сторонников конспирологических теорий до вполне серьезных ученых, а поиски внеземной жизни в других марсианских метеоритах продолжаются до сих пор. Конечно же, в последующие годы идея Маккея с коллегами сильно критиковалась, а изучение самого метеорита — продолжалось. В 1998 году в нем обнаружили следовые количества аминокислот глицина, серина и аланина (J. L. Bada et al., 1998. *A Search for Endogenous Amino Acids in Martian Meteorite ALH84001*). Однако в публикации об этом отмечалось, что эти вещества, вероятно, являются результатом земного загрязнения. А вот ПАУ, равномерно распределенные в карбонатах, по результатам другой статьи того же года, скорее всего имели именно марсианское происхождение (S. J. Clement et al., 1998. *Evidence for the extraterrestrial origin of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Martian meteorite ALH84001*).

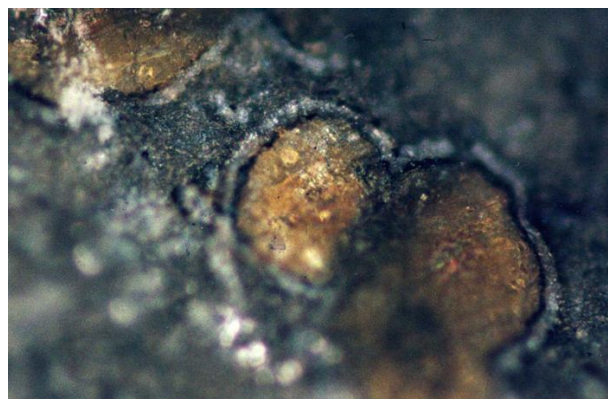


Рис. 3. Карбонатные включения — глобулы — в метеорите ALH 84001 размером 100–200 мкм. Из статьи C. Meyer, 2012. *ALH84001*

Относительно конкретного механизма образования этих органических молекул и, в том числе, содержащих их карбонатных структур выдвигались различные гипотезы: что они связаны с процессом кратерообразования (A. H. Treiman, 2004. *Submicron Magnetite Grains and Carbon Compounds in Martian Meteorite ALH84001: Inorganic, Abiotic Formation by Shock and Thermal Metamorphism*), с магматизмом (A. Steele et al., 2012. *A Reduced Organic Carbon Component in Martian Basalts*) и/или с гидротермальной активностью (A. Steele et al., 2010. *Comprehensive imaging and Raman spectroscopy of carbonate globules from Martian meteorite ALH 84001 and a terrestrial analogue from Svalbard*). В этих гипотезах так или иначе фигурировали горячие водные растворы, однако отсутствовало комплексное описание геологического процесса формирования глобул, так как каждая из статей фокусировалась на отдельных минералах или химических соединениях.



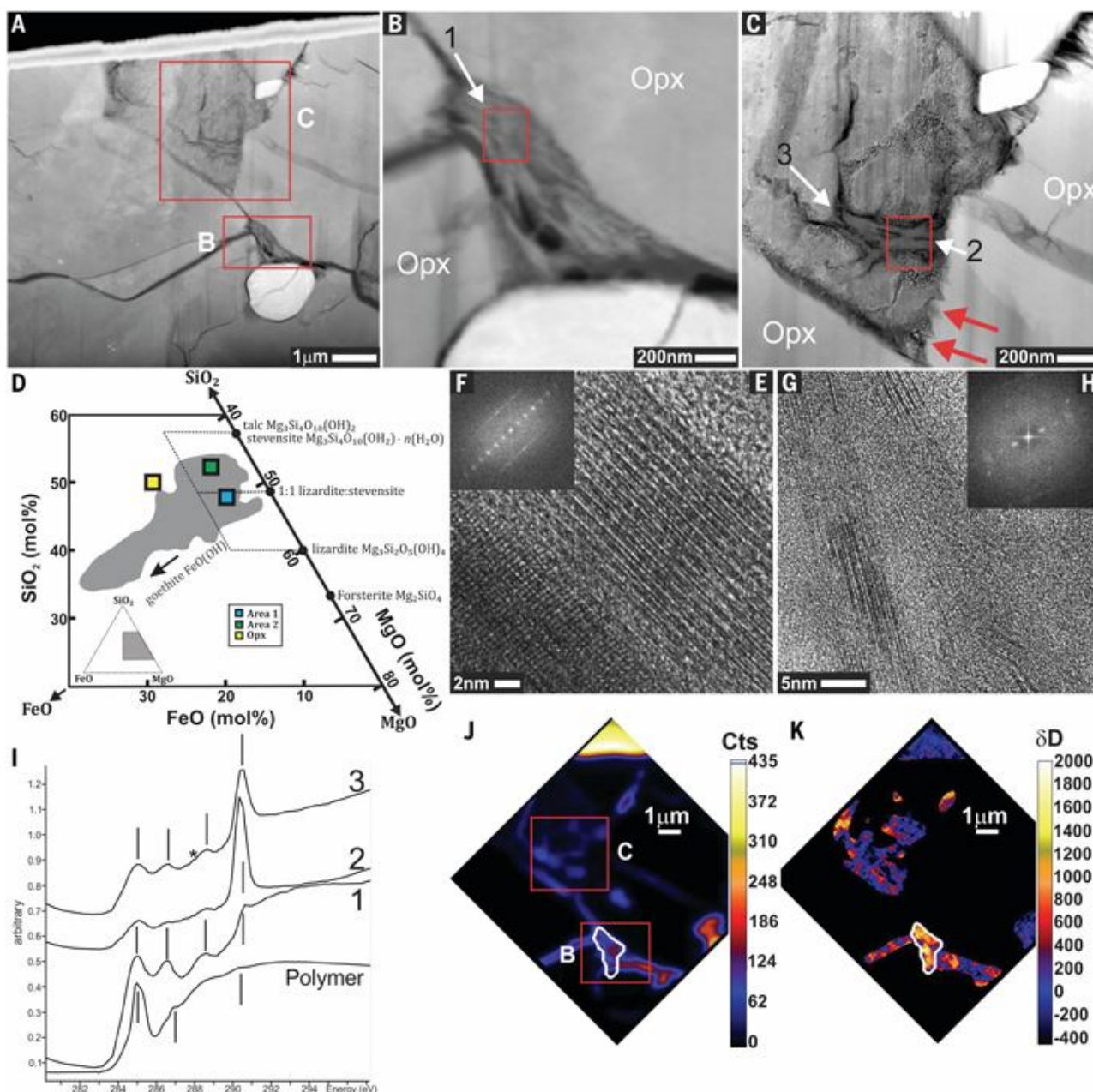


Рис. 4. Анализ первого среза из метеорита ALH 84001. А — ПЭМ-изображение образца, красным обведены участки с фотографий В и С. В — ПЭМ-изображение волокнистых кристаллов, заполняющих полость между слегка растворенными кристаллами ортопироксена (стрелка 1, красная рамка — участок с фотографии Е). С — ПЭМ-изображение микрокристаллов минералов группы серпентина и талька (стрелки 2 и 3), красная рамка — участок с фотографии G. D — фрагмент треугольной диаграммы составов для системы  $\text{MgO-SiO}_2\text{-FeO}$ , в молярных процентах показывающей составы минералов из областей 1 (фото В) и 2 (фото С); серым показан состав земных минералов группы серпентина из горных пород Омана (офиолитов из комплекса Семаил), а также самого ортопироксена. Е — ПЭМ-изображение слоистой структуры микрокристаллов с участка В. F — дифракционные паттерны участка Е, подтверждающие определение минерала. G и H — аналогичные изображения для участка С. I — STXM-спектры точек 1–3 на изображениях В и С, на основе которых проводилась идентификация углеводородов; вертикальные линии — центры пиков. J — NanoSIMS-карта распространенности изотопа углерода  $^{12}\text{C}$  (Cts, counts — количество

регистраций на детекторе). K — NanoSIMS-карта для соотношения изотопов водорода  $\delta\text{D}$ ; обведенная белым область — волокнистые кристаллы с участка В с  $\delta\text{D} = 790 \pm 140\text{‰}$ . Рисунок из обсуждаемой статьи в Science

В статье, опубликованной в недавнем выпуске журнала Science, научная группа во главе с астробиологом Эндрю Стили (Andrew Steele), описывает комплексный геологический механизм, который мог породить именно такие структуры, которые наблюдаются в метеорите ALH 84001. Доктор Стили из института Карнеги изучает ALH 84001 уже более двух десятков лет: первая работа с его участием, посвященная исследованию трещин в этом метеорите и карбонатных глобул в них, вышла еще в 1998 году. И значительная часть вышеупомянутых гипотез о том, как именно сформировались различные соединения углерода в этом метеорите, разрабатывалась преимущественно его командой.

Чтобы уточнить механизм вторичного преобразования ортопироксена, ученые вырезали из метеорита ALH 84001 несколько очень тонких пластин с помощью сфокусированного ионного пучка и исследовали их с использованием



просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ), EXAFS-спектроскопии (Extended X-ray absorption fine structure) и масс-спектрометрии вторичных ионов (в обсуждаемой работе использовалась технология NanoSIMS). Первая пластина — поперечное сечение гидротермальной жилы с большим количеством магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), которая прорезает ортопироксенит (рис. 4). Как показал анализ химического состава и структур кристаллов, слагающих жилу, кроме магнетита в ней встречаются минералы из группы серпентина и талька (рис. 4, D), а также карбонаты. Кристаллы ортопироксена, на контакте с заполнением жилы, имеют характерную зубчатую кайму растворения (рис. 4, C), возникшую при реакции с раствором. Обнаруженные в этой зоне органические вещества (ароматические соединения, карбонильные и карбоксильные группы; рис. 4, I, J) не являются результатом загрязнения при подготовке образцов, так как не содержатся ни в одном из использованных реагентов, — а значит, образовались в ходе геохимических реакций на Марсе. Дополнительным аргументом в пользу их марсианского происхождения является обогащение обнаруженных молекул дейтерием относительно земных значений (рис. 4, K; подробнее об изотопах водорода на Марсе см. новость Марсианская мантия неоднородна по изотопному составу водорода, «Элементы», 16.04.2020).

Вторая пластина (рис. 5) является поперечным сечением пары карбонатных глобул. Так же, как и в первой пластине, края ортопироксена, на котором лежат глобулы, растворены (рис. 5, C). Внутри одного из кристаллов ортопироксена были замечены кристаллы-узки минерала хромита ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ), захваченные при исходной кристаллизации из магмы. Один из таких кристаллов хромита при растворении ортопироксена в гидротермальном флюиде оказался выведен на поверхность и напрямую контактировал с карбонатом (рис. 5, C). Внутри глобул и небольшой карбонатной жилы (рис. 5, B) наблюдаются небольшие полости с нанокристаллами магнетита и сидерита. На контакте карбоната и ортопироксена был найден небольшой слой аморфного кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ). Соединения углерода в этой пластине были идентичны первому образцу и также не несли следов лабораторного загрязнения. Третий образец практически идентичен первым двум по наблюдаемым минералам, органическим молекулам и их взаимоотношениям, поэтому он служит дополнительным аргументом к итоговому выводу статьи.

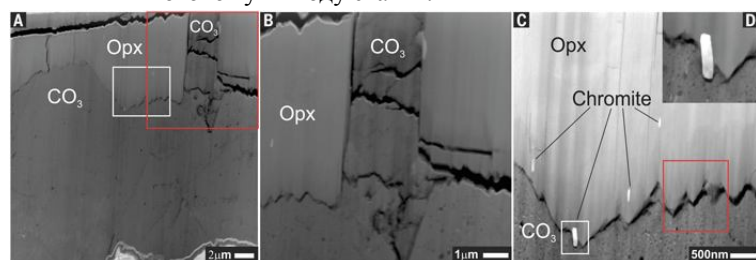


Рис. 5. Анализ второй пластины — поперечного среза карбонатных глобул. А — ПЭМ-изображение сшита, проходящего через центр глобул. Красная рамка — область, показанная на изображении В, белая рамка — на изображении С; Орх — ортопироксен,  $\text{CO}_3$  — карбонаты. В — увеличенный участок изображения А с небольшой карбонатной жилой под глобулами. С — контакт ортопироксена (Орх) с включениями хромита (Chromite) и карбоната ( $\text{CO}_3$ ), область в белом квадрате показана на врезке D и содержит кристалл хромита на контакте ортопироксена и карбоната. Рисунок из обсуждаемой статьи в Science

Главный вывод статьи звучит так: минеральные ассоциации и органические соединения в метеорите ALH 84001 образовались в ходе хорошо известного геологам процесса — серпентинизации. На Земле он настолько распространен, что во время полевых работ ученым стоит значительных трудов найти ультраосновную породу (группа, к которой относятся ортопироксениты) без признаков серпентинизации. А зачастую это и вовсе невозможно. При серпентинизации оливин или пироксен исходной породы, реагируя с горячими водными растворами, превращается в совокупность других минералов из которых основными являются серпентины, тальк и магнетит. Отмеченные авторами «зубчатые» структуры растворения на краю ортопироксена и заполняющая зоны рядом с ними смесь минералов — типичные маркеры серпентинизации земных пород.

Во время реакций серпентинизации выделяется водород, реагирующий с углеродом с образованием метана (подробнее об этом см. новость Значительная доля земного метана образуется в толще океанической коры, «Элементы», 02.09.2019). Однако существует и целый ряд других реакций, приводящих к возникновению более сложных углеводородных соединений (Т. М. McCollom, J. S. Seewald, 2007. Abiotic Synthesis of Organic Compounds in Deep-Sea Hydrothermal Environments). В ALH 84001 органические молекулы ассоциируются с нанокристаллами магнетита, причем они были идентифицированы исключительно в карбонатах и тальк-серпентиновой зоне, что указывает на их связь с общим гидротермальным преобразованием. По гипотезе, высказанной в более ранних статьях группы Стили, магнетит может играть роль катализатора или участвовать в электрохимических реакциях органического синтеза (A. Steele et al., 2018. Organic synthesis on Mars by electrochemical reduction of  $\text{CO}_2$ ). Однако в органические молекулы превращается лишь малая часть углерода из гидротермального раствора: в основном из него отлагаются уже много раз упомянутые карбонаты.

На данный момент установить точные детали конкретно этого процесса серпентинизации достаточно непросто: все это случилось очень давно и, судя по всему, в несколько стадий. Да еще и вещество метеорита было несколько изменено при его выбивании с поверхности Марса. Однако, скорее всего, как замечают авторы статьи, исходный раствор имел температуру в несколько сотен градусов и нейтральный-щелочной pH. Предложенной в обсуждаемой статье элегантное и простое объяснение многих особенностей метеорита ALH 84001 не только окончательно устраняет нужду в «марсианских бактериях», но и вполне позволяет считать его образцом серпентинизированной горной породы. Такой способ мышления очень полезен при объяснении наблюдений и анализов, так как мы можем теперь в полной воспользоваться геологическим принципом актуализма и искать совершенно простые земные аналогии и объяснения большинству странностей этого куска Марса.

Источник: A. Steele, L. G. Benning, R. Wirth, A. Schreiber, T. Araki, F. M. McCubbin, M. D. Fries, L. R. Nittler, J. Wang, L. J. Hallis, P. G. Conrad, C. Conley, S. Vitale, A. C. O'Brien, V. Rigg, K. Rogers. Organic synthesis associated with serpentinization and carbonation on early Mars // Science. 2022. DOI: 10.1126/science.abg7905.

**Кирилл Власов,**

[https://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/5272051/Kirill\\_Vlasov](https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5272051/Kirill_Vlasov)



## Туманность Антареса

*Самая густонаселенная часть Галактики*



Солнечная система находится в периферийной части Галактики, которую мы именуем Млечный путь. Та самая “Молочная дорога” — неясное сияние, протянувшееся через все небо — это и есть спиральные рукава нашей гигантской звездной системы, которую мы наблюдаем изнутри. Другие галактики мы видим со стороны, и это позволило лучше понять нашу.

У галактик спирального типа, к которому относится и Млечный путь, есть много общего. Большая часть их звездного населения сосредоточена в плоском и довольно тонком (по галактическим меркам) диске, в котором ярко выражены спиральные структуры. Некоторая часть звезд “живет” в сферическом гало — это довольно разреженная шарообразная часть галактики, но звезды там очень далеки друг от друга, а на самых лучших фотографиях других галактик их сферическое гало едва заметно.

Самая густонаселенная часть любой галактики — её центральная часть — галактическое ядро. И чем ближе область к центру галактики, тем плотнее там звездное население, ближе звезды друг к другу, а межзвездное пространство содержит огромное количество газа и пыли — это строительный материал для новых звезд и планет.

Сами облака пыли и газа как правило не светятся, но их нередко подсвечивают яркие звезды, расположенные поблизости. А темные туманности можно увидеть на фоне светлых.



Центр нашей Галактики сиял бы на небе ярче полной Луны, если бы не огромные облака межзвездной пыли, которые скрывают от нас это удивительное и загадочное место. И все же астрономы вычислили это место — оно оказалось на границе созвездий Стрельца и Скорпиона. Именно здесь Млечный путь необычно широк и наиболее ярок. Если смотреть на эту его часть в небольшой телескоп, подзорную трубу или даже бинокль, взору открываются неподдающиеся описанию звездные россыпи, каскады туманностей и звездных скоплений, буквально накладывающиеся друг на друга. Иногда очень трудно выделить какой-то определенный объект — часто он визуально соприкасается с несколькими другими, хотя в пространстве что-то может оказаться гораздо ближе или дальше, а кажущееся соприкосновение — лишь иллюзия.





Одним из самых красивых иллюзорных наложений туманностей и звездных скоплений друг на друга является область звезды Антарес, возглавляющей созвездие Скорпиона. Свое название звезда получила за отчетливый красный цвет, а поскольку Скорпион — зодиакальное созвездие, каждые два года в нем бывает планета Марс, и она тоже красная. Звезду и планету часто путали, принимая одно за другое, и в конце концов решили дать звезде название — “Отличный от Марса” — именно так и переводится “Антарес” (Анти — отличающийся, противоположный (латинский язык), Арес — древнегреческий бог войны, а у римлян — Марс).

Вокруг Антареса собралось невероятное количество интереснейших астрономических объектов. Это темные и светлые туманности, звездные скопления. Каждому подобному объекту астрономы стали давать номера — так возник один из самых обширных каталогов туманностей, галактик и скоплений — NGC — New General Catalogue, содержащий тысячи позиций.

И было очень непросто разделить напоявляющие друг на друга туманности и скопления, понять, где кончается одно, и начинается другое. Поэтому эту восхитительную область неба часто называют просто туманность Антареса — Antares Nebula.



На захватывающих дух астрофотографиях этой области неба видно, что эпицентры светлых туманностей как-будто совпадают с яркими звездами. На самом деле в этой области пространства межзвездный газ, из которого в будущем возникнут новые звезды, простирается повсюду. Уже загоревшиеся светила озаряют своим светом эти газовые облака. На их фоне можно заметить волокнистые структуры темных пылевых облаков. Мы видим только те пылевые туманности, которые расположены ближе светлых газовых.

Чтобы лучше представить масштабы этой картины, я сообщу, что оранжево-красный Антарес и подсвеченная им туманность удалены от нас

примерно на 600 световых лет. Яркие голубые звезды еще дальше — порядка 800 световых лет, а случайно попавшее в кадр шаровое звездное скопление M4 (или NGC 6121) еще на порядок дальше — около 7000 световых лет, и ведь это самое ближайшее к нам шаровое звездное скопление.

Центр Галактики Млечный путь, не видимый из-за обилия пыли и газа на пути к нему, расположен приблизительно в этом направлении на расстоянии около 30 тысяч световых лет. Поперечник всей галактики оценивается в 100 тысяч световых лет — непостижимое для человеческого разума расстояние. Впрочем, изучая звезды, космос, Вселенную, мы стремительно расширяем границы нашего восприятия, и вместе с этим меняется само представление о роли человечества в этом Мире.



Как бы не были точны астрономические цифры, нельзя утверждать, что они дают полное представление о происходящих во Вселенной процессах. Людям мало только научных знаний. Люди — существа чувственные, эмоциональные. И хотя все идет к тому, что те или иные запчасти нашего организма с течением времени могут быть заменены кибернетическими аналогами, и даже некоторая часть сознания переписана на квантовый накопитель, а пока нам необходимо понимание на уровне внутренних переживаний, в которых мы обретаем нечто новое для себя — вдохновляемся чем-то, очаровываемся красотой, что само по себе не достижимо для роботов — они красоты не ведают.

Поэтому астрономии, физике и другим — казалось бы — точным наукам, нередко сопутствует романтическое сопровождение в виде фантастических романов, музыкальных произведений, стихов и живописи, где труднопонимаемые человеческим нутром процессы, явления и масштабы транслируются на языке образов, метафор и музыкальных созвучий.

Когда однажды в новостной ленте одной из соцсетей мне встретилась фотография комплекса туманностей вокруг звезды Антарес, я почувствовал то самое вдохновение и способность пропустить сквозь себя все эти несоизмеримые с земной реальностью космические цифры. На выходе появилась музыка — новый альбом — из одного произведения длиной в час, которое вполне могло бы стать саундтреком к космическому полету в Туманность Антареса.

**Андрей Климковский, любитель астрономии**  
<https://neane.ru/rus/7/write/0346.htm>



## Вера Рубин, соткавшая темную материю



*Вера Рубин анализирует спектры галактик в своей лаборатории в Департаменте земного магнетизма Института Карнеги в Вашингтоне, 1974 год. Фото с сайта physicsworld.com*

Пять лет назад в университетском городе Принстоне (штат Нью-Джерси, США) тихо покинула этот мир 88-летняя женщина, которая в 1970-е годы прочно вошла в историю астрономии. Она обрела это место благодаря серии фундаментальных достижений в области спектроскопии звездных скоплений, которые в значительной степени были итогом ее личных усилий. Полученные ею данные подтвердили странную гипотезу сорокалетней давности, которую считали чуть ли не чудачеством ее маститого, но весьма эксцентричного автора. Общепринятым символом этой гипотезы стал новый астрономический термин, пущенный в широкое обращение этим же автором — темная материя.

Гипотеза о существовании темной материи была высказана в 1933 году замечательным американским астрофизиком европейского происхождения (его отец был швейцарцем, а мать чешкой) Фрицем Цвикки. Так он окрестил вещество неизвестной природы, которое скрывается от оптических наблюдений в дальнем космосе и проявляет свое существование исключительно собственным тяготением, влияющим на структуру галактик.

Строго говоря, Цвикки не был оригинален в обновлении словаря астрономии. Впервые словосочетание «темная материя» в таком же смысле употребил шведский астроном Кнут Эмиль Лундмарк в 1930 году, а еще через год использовал его коллега из Нидерландов классик галактической астрономии и будущий иностранный член АН СССР Ян Хендрик Оорт. Однако лингвистическое нововведение Лундмарка мало кто заметил, да и замечательная работа Цвикки не привлекла особого внимания.

Вплоть до 70-х годов прошлого века существование несветящейся гравитирующей материи в

космических глубинах было лишь красивым предположением, очень косвенно подтвержденным телескопическим сканированием некоторых спиральных галактик. Позже времена изменились, и чисто теоретический конструкт Цвикки начал укрепляться растущим массивом астрономических и астрофизических данных. Первую скрипку в этой великолепной симфонии сыграла замечательный астрофизик Вера Рубин, которой и посвящена эта статья. Особенно примечательно, что свое крупнейшее открытие она сделала, приближаясь к пятидесятилетию, и до этого не имела особой известности в профессиональных кругах.

### Первые шаги

Вера Флоренс Купер Рубин появилась на свет в Филадельфии 23 июля 1928 года. Она была младшей из четверых детей инженера-электрика Филипа Купера, работавшего в знаменитой корпорации Bell Telephone, и его жены Розы. Отец и мать Веры родились в Российской империи и попали в США в потоке еврейской эмиграции начала двадцатого века. Филип Купер появился на свет неподалеку от Вильны в 1897 году и звался тогда Пейсахом Кобчефским — имя и фамилию он поменял в США. Его жена, в девичестве Роза Апельбаум, тоже оказалась в Америке в семье еврейских эмигрантов из тогдашней России. Филип в 1920 году закончил Пенсильванский университет и получил диплом по электротехнике.

Вскоре после рождения младшей дочери Филип Купер ушел из компании «Белл», чтобы совместно с шурином основать собственное торговое дело. Этот проект был загублен на корню разразившимся осенью 1929 года экономическим кризисом, который положил начало Великой депрессии. После нескольких лет жизни на случайные заработки отец Веры в 1938 году получил постоянную работу в лаборатории Министерства сельского хозяйства США, которая строилась в пригороде Вашингтона. Поэтому семья переехала в федеральную столицу, где десятилетняя Вера пошла в пятый класс ближайшей школы.

После переезда Вера заинтересовалась астрономией — по ее воспоминаниям, наблюдая звезды и планеты в окошко своей спальни. В течение полугода ей повезло заметить сразу три довольно редких небесных явления — так называемые Великие соединения Сатурна и Юпитера. Во время этих событий, которые происходят в среднем раз в 20 лет, планеты сближаются на небесной сфере на очень малые расстояния, измеряемые лишь десятками угловых минут. Вера наблюдала Великие соединения планет-гигантов в созвездии Овна 15 августа и 11 октября 1940 года и 20 февраля 1941 года, когда дистанции между ними составляли,



соответственно, 71, 74 и 77 угловых минут — немногим больше двух видимых диаметров полной Луны. Вероятно, эти наблюдения стали первыми примерами небесной гармонии, замеченной будущим исследователем Космоса.



*Юпитер и Сатурн за несколько дней до Великого соединения, произошедшего 21 декабря 2020 года. Планеты — это яркие точки в темной части неба чуть левее центра фотографии, Юпитер более яркий. В момент наибольшего сближения на небосводе их разделяло всего 6 угловых минут. Следующее Великое соединение состоится только в 2040 году. Фото с сайта nasa.gov*

Когда девочке было 14 лет, отец помог ей сделать примитивный телескоп с тубусом из линолеума — фактически подзорную трубу с небольшим увеличением и слабенкой разрешающей способностью. Поскольку вашингтонское небо уже тогда было изрядно загрязнено уличным освещением, девочка ездила на автобусе в пригороды и оттуда рассматривала планеты и звезды.

С двенадцати лет Вера принялась самостоятельно копаться в библиотеке в поисках литературы о небесных телах и явлениях. Подобно многим юным любителям астрономии, она прочла и поняла популярные книги таких классиков космической науки, как Джеймс Хопвуд Джинс и Артур Стенли Эддингтон. В результате по окончании школы она твердо решила стать астрономом. Ей очень повезло с преподавателем математики, о котором она вспоминала как о лучшем наставнике своих школьных лет. А вот ее отношения с учителем физики не сложились до такой степени, что тот в прощальной беседе открытым текстом заявил, что ни в коем случае не рекомендует ей заниматься наукой. К счастью, этот совет остался втуне.

Окончив школу в 1945 году, Вера Купер получила стипендию Вассарского колледжа, одного из старейших американских центров высшего женского образования, расположенного в городе Покипси в штате Нью-Йорк. Он был основан в 1861 году на деньги пивного короля Мэтью Вассара (Matthew Vassar) и, естественно, получил его имя. По инициативе своего отца-основателя колледж вскоре

учредил не только кафедру астрономии, но и собственную обсерваторию. Первым профессором (с 1865 года и до отставки в 1888 году) по этой кафедре была Мария Митчелл. На эту должность ее выбрал лично Вассар, и не случайно — к тому времени уже составила себе имя в астрономии. В 1847 году Мария Митчелл, будучи библиотекарем в Нантукете в штате Массачусетс, открыла комету, названную ее именем (сейчас каталогизирована под индексом C/1847 T1). Она пользовалась международной известностью, дважды побывала в Европе (во время второго путешествия в 1873 году гостила в Пулкове) и к тому же была отличным, хотя и нетрадиционным, педагогом. В качестве руководителя обсерватории она получила в свое распоряжение хороший телескоп с 31-сантиметровой апертурой и фотокамерой. С помощью этих приборов практически каждый ясный день она фотографировала солнечные пятна, а также вела систематические наблюдения двойных звезд и туманностей. Благодаря ее усилиям и престижу, число студенток, изучавших в Вассаре при ее жизни математику и астрономию, превосходило количество студентов Гарвардского колледжа, которые в те же годы слушали лекции по этим предметам. Двадцать пять ее учениц со временем нашли место в справочниках Who's Who in America. Остается добавить, что ее именем назван один из лунных кратеров.



*18-летняя Вера Рубин позирует с телескопом Вассарского колледжа, 1946 год. Фото с сайта epl.carnegiescience.edu*

Вера с детства восхищалась Марией Митчелл и пошла в Вассар именно потому, что хотела продолжить ее путь в науке. Вообще-то выбор места учебы был не слишком удачен, поскольку астрономические исследования в Вассаре к тому времени остались в прошлом. Однако азы техники



наблюдений, общей астрономии и небесной механики там преподавали, так что в этом плане учеба оказалась полезной. К тому же Вера имела практически свободный доступ к неплохому 19-сантиметровому рефрактору из обсерватории колледжа, чем весьма прилежно пользовалась.



*Вера и Роберт Рубины в день свадьбы, 25 июня 1948 года. Фото с сайта [epl.carnegiescience.edu](http://epl.carnegiescience.edu)*

Проучившись три года в Вассаре и получив в 1948 году диплом, Вера решила продолжить образование. Как раз тогда она познакомилась со своим будущим супругом Робертом Рубином, который в это время был аспирантом Корнеллского университета на отделении физической химии. Любовь была мгновенной, и вскоре молодые люди поженились. Чтобы не расставаться с мужем, Вера поступила в магистратуру Корнелла, отказавшись от предложения Гарвардского университета изучать астрономию в его аспирантуре. С профессиональной точки зрения это был второй сомнительный выбор. Тогдашний Корнелл предлагал магистрантам очень скромную программу по астрономии, которую вели всего два преподавателя. Общее число сотрудников астрономического отделения не превышало четырех, а основной его задачей считалось обучение студентов элементарной астрономии, по которой еще в начале 1940-х годов там был подготовлен учебник. Правда, на физическом факультете Корнелла работали такие гиганты, как будущие нобелевские лауреаты Ричард Фейнман и Ханс Бете, а также ученик Роберта Оппенгеймера и участник Манхэттенского проекта Филип Моррисон, который как раз тогда занялся астрофизикой. Вера Рубин почерпнула немало полезного из их лекций и семинаров, однако основное внимание сосредоточила на классической галактической астрономии. Ее интерес к этому предмету стимулировало общение с профессором Мартой Стар Карпентер (Martha Stahr Carpenter), которая

читала вполне современные лекции по структуре и динамике галактик.

Вера Рубин в 1951 году получила степень магистра искусств после защиты (осенью 1950 года) диссертации, подготовленной под руководством Марты Стар. В своей работе она описала и проанализировала литературные данные о движении 108 галактик, расположенных в относительной близости от Млечного Пути. Еще во время обучения в Корнелле, в 1950 году, у них с Робертом родился первый сын.

История с диссертацией Веры Рубин стала весьма нетривиальной частью ее научной и человеческой биографии. В своем анализе она выделила две разновидности галактических движений. Одна из них — это хорошо известное к тому времени космологическое разбегание галактик, которое описывается знаменитым законом Хаббла и, как известно, служит видимым проявлением расширения Вселенной. Вера также пришла к выводу, что эти галактики участвуют и в коллективном движении вращательного типа, которое приводит к тому, что одни из них удаляются от Млечного Пути, а другие к нему приближаются. Она предположила, что этот тренд тоже имеет космологическую природу. Сама идея не была новой, ее пятью годами ранее высказал создатель квантовой теории альфа-распада и изобретатель горячей модели рождения Вселенной Георгий Гамов. Правда, он ее предложил только в качестве гипотезы в мало кем замеченной короткой заметке (G. Gamov, 1946. Rotating Universe?), о которой Вера скорее всего и не знала. Как бы то ни было, она дала своей диссертации весьма смелое название Evidence for a Rotating Universe as Determined from an Analysis of Radial Velocities of External Galaxies, которое вполне однозначно говорило о ее содержании.

Подобная смелость дорого ей обошлась. Астрономы середины прошлого века и вообще-то не слишком верили в существование галактических мегаструктур со своей собственной динамикой, и уж тем более не были готовы принять столь еретическую идею от 22-летней выпускницы заштатного астрономического отделения хотя бы и приличного университета. Она все же смогла доложить свою работу в десятиминутном выступлении на заседании Американского астрономического общества, но реакция аудитории (за исключением профессора Принстонского университета Мартина Шварцшильда, замечательного астрофизика и сына великого Карла Шварцшильда) была, мягко говоря, весьма скептической. Правда, редактор The Astronomical Journal Дирк Брауэр все же опубликовал короткую заметку с выжимкой из ее результатов (фактически, дайджест диссертации), но только под вполне нейтральным названием: Differential Rotation of the Inner Metagalaxy. Саму же диссертацию напечатать так и не удалось — ее отвергли и The Astronomical Journal, и The Astrophysical Journal.

Однако Провидение со временем вознаградило Веру Рубин за храбрость. В данном случае его рукой стал переехавший в США из Франции крупный



специалист по внегалактической астрономии Жерар Анри де Вокулёр. К концу 1950-х годов он собрал убедительные аргументы в пользу своей гипотезы, высказанной несколькими годами ранее, согласно которой Местная группа галактик, которая включает и наш Млечный Путь, принадлежит гигантской галактической ассоциации, связанной силами тяготения. Сначала де Вокулёр именовал ее Местной Сверхгалактикой, но в 1958 году назвал Местным сверхскоплением (другое название — Сверхскопление Девы). Позднейшие исследования показали, что оно представляет из себя сплюснутый вращающийся эллипсоид поперечником около 110 миллионов световых лет. В состав Местного сверхскопления входит около сотни галактических скоплений меньшего ранга, а его полная масса составляет 1015 масс Солнца. После замечательных работ де Вокулёра стало ясно, что Вера Рубин фактически обнаружила экваториальную плоскость этого сверхскопления, галактики которой, разумеется, участвуют в его вращении.

Хотя первая работа Веры Рубин содержала ряд неточностей и методических дефектов, в ретроспективе она предстает замечательным свидетельством оригинальности научного мышления молодого астронома. Интересно, что ее заметил и высоко оценил профессор астрономии Ленинградского университета Кирилл Федорович Огородников, который много лет занимался проблемами галактической динамики и опубликовал по этой теме две монографии (в 1948 и 1958 годах).

В этой же ретроспективе название работы в виде, в котором ее опубликовал Брауэр, глубоко символично. Прелюдией к выходу Веры Рубин на темную материю стали ее наблюдения все того же «дифференциального вращения», но не звездных ассоциаций, а индивидуальных спиральных галактик. Однако для этого понадобилось больше двадцати лет.

### Долгий путь в большую науку

После окончания аспирантуры Роберт Рубин получил место в Лаборатории прикладной физики университета Джонса Хопкинса. Она была создана в 1942 году для работы над военными проектами под эгидой Пентагона и в этом качестве действует и поныне (выполняя также контракты НАСА и ряда других федеральных ведомств). Сейчас это огромная организация со штаб-квартирой вблизи города Лорел в штате Мэриленд, насчитывающая более семи тысяч сотрудников. До 1954 года она размещалась в переделанном гаражном здании в вашингтонском пригороде Силвер Спринг всего в нескольких милях от Белого дома. Неподалеку поселились и супруги Рубин с маленьким сыном. Позже у них родилось еще трое детей, причем все со временем защитили докторские диссертации по естественным наукам или математике (Дэвид, первенец, стал геологом, а единственная девочка в семье Джудит по стопам матери пошла в астрономию).

После возвращения в Вашингтон Вера оказалась без постоянной должности, но смогла найти только временную работу в Военно-морской лаборатории (United States Naval Research Laboratory). А потом ей помог случай, причем дважды. Она поступила в аспирантуру Джорджтаунского университета, единственное место в Большом Вашингтоне, где тогда можно было подготовить докторскую диссертацию по астрономии. Во главе аспирантской программы стоял директор университетской обсерватории иезуит Фрэнсис Хейден (Francis J. Heyden), который в основном занимался солнечной спектроскопией в духе XIX века и не был экспертом по части новейшей астрономии и астрофизики. Тем не менее он постоянно привлекал к чтению лекций сотрудников других вашингтонских научных центров. Среди них встречались крупные специалисты, у которых Вере Рубин было чему поучиться. Например, там преподавал Джон Хаген (John Hagen), руководитель радиофизической группы Военно-морской лаборатории, которая в 1950 году создала лучший в мире (конечно, для того времени) радиотелескоп. С программой Хейдена также сотрудничал Гамов, который был профессором университета Джорджа Вашингтона.

Хейден оценил способности Веры и рекомендовал ее Гамову. И это была не единственная рекомендация. Роберт Рубин работал в Лаборатории прикладной физики по соседству с Ральфом Алфером, бывшим аспирантом Гамова в университете Джорджа Вашингтона и соавтором теории Большого взрыва, и еще одним участником гамовской команды Робертом Херманом (Robert Herman). В то время их основные исследовательские интересы уже лежали в стороне от космологии (Алфер занимался динамикой сверхзвуковых газовых потоков, а Герман руководил группой молекулярных спектроскопистов), однако они не бросали работы над моделью горячей Вселенной. Алфер сохранил контакты с бывшим шефом и познакомил его с Верой. Так и получилось, что Гамов заинтересовался молодой выпускницей Корнелла и предложил ей готовить докторскую под его руководством. Он дал ей довольно интересную тему: разработать удобный математический метод для анализа пространственной плотности галактик и опробовать его на основе данных телескопических наблюдений.

С этой задачей Вера Рубин справилась вполне успешно и всего за пару лет. В декабре 1953 года она блестяще сдала аспирантские экзамены, а следующим летом получила докторскую степень.

В каком-то смысле вторая диссертация Веры Рубин повторила судьбу первой. Она была опубликована в престижном журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*, куда ее представил лично Гамов (V. Rubin, 1954 *Fluctuations in the Space Distribution of the Galaxies*). В качестве исходного материала Вера снова использовала литературные данные о распределении галактик в нескольких сравнительно небольших участках небесной сферы. Они содержались в сотнях снимков звездного неба, сделанных в Гарвардской обсерватории под руководством ее директора Харлоу Шепли и



опубликованных еще в 1930-е годы. К началу 1950-х в Ликской обсерватории в штате Калифорния был собран куда более полный архив аналогичных данных, однако в годы учебы Веры Рубин в Джорджтауне они не были еще опубликованы. Сама она в аспирантские годы не вела телескопических наблюдений, поскольку обсерватория Джорджтауна не имела ничего лучшего, чем 12-дюймовый рефрактор, установленный еще в 1893 году. Гарвардские материалы она обрабатывала с помощью собственноручно выведенных формул для статистической оценки флуктуаций плотности галактического «газа» (то есть, звезд, которые рассматривались как газовые молекулы), что, конечно, повысило ценность диссертации как оригинальной работы.

Полученные результаты оказались весьма нетривиальными. Они позволяли с разумной вероятностью предполагать, что галактики не распределены в пространстве случайным образом, а проявляют тенденцию стягиваться в «комки». Конечно, в этом не было открытия (например, о скоплениях галактик еще в 1938 году писал Фриц Цвикки). Но астрономы взялись за изучение галактических кластеров лишь в последней трети XX века, так что и здесь аспирантка Гамова в чем-то опередила свое время.

### Работа есть работа

После защиты докторской Вера в 1954 учебном году один семестр преподавала в двухлетнем колледже графства Монтгомери в вашингтонском пригороде Такома Парк (между прочим, 20 минут ходьбы от моего дома!) и тогда же стала членом Американского астрономического общества. Потом она вернулась в Джорджтаунский университет, где оставалась долгих 9 лет (правда, в 1963–64 учебном году она получила академический отпуск, который с большой пользой провела в Калифорнийском университете в Сан-Диего). Сначала она занимала должность астронома-исследователя, в 1960 году была повышена до лектора, а два года спустя стала ассистент-профессором. Она читала лекции по звездной статистике и динамике галактик, которые нравились ее студентам, а также занималась численным анализом результатов солнечной и галактической фотометрии. Любопытно, что первый проект финансировался Пентагоном, где рассчитывали использовать эту информацию для уточнения фигуры Земли, а на второй, которым она занималась совместно с де Вокулёром, Вера получила двухлетний грант от Национального научного фонда. Эта работа оказалась весьма утомительной и не принесла особо интересных результатов (они так и не были опубликованы, во всяком случае, под ее именем).

Но Вера не унывала. Ее карьерный прогресс оказался довольно медленным, настоящая научная известность еще не пришла, но женщине-астроному даже с докторской степенью в те времена трудно было ожидать большего. Вера все же смогла получить работу в столице, а не в заштатном провинциальном университете. К тому же в первой

половине 1960-х она опубликовала (в основном, в соавторстве) около дюжины крепких статей по звездной спектроскопии и кинематике звезд и близлежащих галактик, которые убедительно подтвердили ее профессиональный статус.

А вот ее семейная жизнь, на контрасте с профессиональной, складывалась очень счастливо. Роберт в 1957 году получил хорошее место в Вашингтоне в Национальном бюро стандартов, так что в материальном плане семья прочно встала на ноги. Как уже было отмечено, в 1950–60 годах супруги Рубин обзавелись четырьмя детьми — тремя сыновьями, Дэвидом, Карлом и Аланом, и дочерью Джудит.

### Поворот к открытиям

В 1971 году Джорджтаунский университет упразднил астрономическое отделение и закрыл обсерваторию (сейчас ее здание пребывает в забросе и фактически разваливается). Неизвестно, как сложилась бы научная судьба Веры Рубин, если бы она оставалась на прежнем месте — но этого не случилось. Ее работе в Джорджтауне пришел конец в 1965 году. 13 января профессор Рубин отправила декану Джорджтаунской аспирантуры формальное заявление об отставке в конце академического года. Она мотивировала свое решение несогласием с политикой руководства астрономического факультета (если называть вещи своими именами, лично с Хейденом, хотя все же воздержалась от упоминания его имени). В дальнейшем она признавалась, что к тому времени устала от преподавательской работы и хотела бы посвятить больше времени и сил научным исследованиям.

К счастью для нее и астрофизики, этот план вполне удался. Вере Рубин уже в апреле посчастливилось получить место в замечательном научном центре — Департаменте земного магнетизма Института Карнеги в Вашингтоне. Он был учрежден в 1904 году по инициативе американского геофизика и астронома Луиса Бауэра, который выдвинул программу полной геомагнетной съемки земной поверхности и руководил ею в течение четверти столетия. Основанный в 1902 году Институт Карнеги практически с самого начала помогал исследованиям в области фундаментальной астрономии и астрофизики. В частности, знаменитая калифорнийская обсерватория Маунт-Вилсон была в значительной мере создана на деньги американского стального короля Эндрю Карнеги и до сих пор управляется институтом его имени.

Еще в начале 1960-х Вера Рубин осознала, что для серьезных самостоятельных исследований ей необходимо освоить практические методы астрономических и астрофизических наблюдений. В 1963 году, работая в Джорджтауне, она начала сотрудничать с переселившимися в США из Британии замечательными астрономами Джеффри Рональдом Бербиджем и его женой Элиной Маргерит Бербидж. Они имели доступ к 82-дюймовому телескопу тexasской обсерватории Мак-Доналд, который сейчас носит имя крупнейшего



американского астрофизика российского происхождения Отто Струве. Пользуясь данными, полученными на этом инструменте, она вернулась к изучению вращения галактик. Придя в Институт Карнеги, Вера оказалась первой женщиной, получившей «окна» (увы, весьма узкие) для наблюдений на пятиметровом рефлекторе Паломарской обсерватории — тогда самом большом оптическом телескопе в мире. Постепенно она обрела навыки работы с новейшей астроспектрографической аппаратурой.

И здесь в ее пользу сработал человеческий фактор. В Департаменте земного магнетизма с 1955 года работал физик Кент Форд (Kent Ford), который в течение многих лет занимался созданием электроннооптических приборов на фотоумножителях. К середине 1960-х он изобрел чрезвычайно чувствительный (особенно к красному цвету) спектрограф, который тогда называли «карнегиевским кинескопом» (Carnegie image tube). Этот замечательный прибор при установке на крупные телескопы позволял фотографировать спектры крайне тусклых объектов, которые ранее были недоступны для наблюдений. Еще одним его преимуществом было десятикратное уменьшение времени экспозиции фотопластинок по сравнению со спектрографами прежних типов.



*Вера Рубин и Кент Форд (человек в белой каске) проверяют установку изобретенного Фордом спектрографа на большом телескопе Лоуэлловской обсерватории, 1965 год. Фото с сайта astronomy.com*

Форд был (во всяком случае, в то время) физиком, а не астрономом. С другой стороны, Вера Рубин так быстро обрела место в Департаменте именно потому, что его руководство хотело испытать с ее помощью возможности нового спектрографа в реальных телескопических наблюдениях. В рамках этого проекта Рубин и Форд несколько раз ездили в

аризонские обсерватории Китт-Пик и имени Лоуэлла и получали отличные снимки спектров квазаров. Результаты этих тестов они обнародовали в совместной статье (V. Rubin, W. K. Ford Jr., 1965. Low-Dispersion Image Tube Spectra in the Red: 3C, 33, 48, Ton 256, and an Infrared Star).

Тем не менее, вскоре Вера поняла, что, как она вспоминала много лет спустя, это была не та астрономия, которой ей хотелось заниматься. Новооткрытые квазары были очень горячей темой, их изучали десятки именитых ученых, имевшие куда лучший доступ к мощным телескопам. Она решила избрать немодную исследовательскую тему, над которой они с Фордом смогли бы спокойно работать, не соревнуясь ни с кем в гонке за лидерство. Это решение и привело их к подтверждению гипотезы Цвикки о существовании темной материи.

### Прорыв в неизвестность

Новая тема исследования оказалась фантастически удачной, хотя поначалу Вера этого, конечно, не знала. Она вспомнила свою старую работу о дифференциальном вращении и решила изучить этот феномен с помощью спектрометра Форда, — но не на галактиках, как раньше, а на внутrigалактическом веществе. Начать она

предпочла со всем известной галактики Андромеды (она же туманность M31 по каталогу Мессье), которая в 1920-е годы очень пригодилась Эдвину Хабблу в изучении Вселенной.

Выбор именно M31 был вполне естественным — это ближайшая к Земле гигантская галактика с четко оформленной спиральной структурой. Возможно, к этому Вера подтолкнула беседа с Мортон Робертсом (Morton S. Roberts), сотрудником и будущим директором

Национальной радиоастрономической обсерватории. В 1966 году он приезжал к ней в Департамент земного магнетизма, чтобы обсудить парадоксальный результат измерений скоростей скоплений нейтрального водорода, которые, подобно звездам, обращаются вокруг центра галактики Андромеды под действием силы тяготения. Он показал ей результаты промеров радиоизлучения водородных атомов на длине волны 21 см. Оно возникает, когда находящийся на нижнем энергетическом уровне единственный электрон такого атома переходит из состояния, в котором его спин параллелен спину ядра, в состояние, в котором



эти спины антипараллельны. Такое излучение служит самой характерной спектральной подписью скоплений холодного водорода. Робертс рассказал, что измеренные скорости водородных облаков почти не уменьшаются по мере удаления от ядра Андромеды, что не соответствует третьему закону Кеплера. Об этом визите много лет спустя вспомнила Сандра Фабер, тогдашняя аспирантка Гарварда и в будущем известный специалист по внегалактической астрономии (Вера Рубин помогала ей в работе над диссертацией). Не исключено, что полученные от Робертса сведения усилили интерес Веры к изучению дифференциальных вращений газового наполнения туманности Андромеды. Впрочем, это лишь моя гипотеза.



*Вера Рубин у 84-дюймового телескопа обсерватории Китт Пик. Металлический цилиндр рядом с ней — спектрограф Форда. Фото с сайта astronomy.com*

Как бы то ни было, Рубин и Форд в 1966 году решили заняться этой туманностью. Спектрограф Форда позволял с невозможной ранее точностью измерять радиальные скорости сильно нагретых скоплений водорода, ионизированного светом горячих звезд, принадлежащих этой галактике. Эти скорости предстояло определять стандартным методом — по сдвигу спектральных линий излучения водородных атомов (в основном, это были кванты серии Бальмера), обусловленных эффектом Доплера. Подготовка к измерениям в двух уже упоминавшихся аризонских обсерваториях заняла много времени, поэтому первую спектрограмму партнеры получили лишь в конце 1967 года. Потом в 1968 и 1969 годах они многократно повторяли эти измерения на 84-дюймовом телескопе обсерватории Китт-Пик и на 72-дюймовом телескопе обсерватории Лоуэлла. Это была тяжелая и изматывающая работа холодными аризонскими ночами в куполах телескопов на приличной высоте над уровнем моря. Для каждого сеанса приходилось заново монтировать тяжелый

спектрограф на трубе телескопа, и снимать его, чтобы уступить место другим астрономам. Поэтому реализация проекта потребовала и упорства, и физической выносливости.

В декабре 1968 года Вера Рубин доложила предварительные результаты спектрографирования туманности Андромеды на сессии Американского астрономического общества в Остине. Среди слушателей был известный астрофизик (точнее, физик, ставший астрофизиком) Рудольф Минковский, племянник знаменитого немецкого математика Германа Минковского, который в 1908 году предложил математическую структуру четырехмерного псевдоевклидова пространства в качестве геометрической интерпретации пространственно-временного континуума

специальной теорией относительности (три годами ранее несколько иную версию этой же структуры ввел в обращение великий французский ученый Жюль Анри Пуанкаре). Он высоко оценил доклад и настоятельно посоветовал Вере не тянуть с публикацией.

В июле 1969 года партнеры отправили в The Astrophysical Journal свое первое сообщение, которое было опубликовано в феврале следующего года (V. Rubin, W. K. Ford, Jr, 1970. Rotation of the Andromeda Nebula from a Spectroscopic Survey of Emission Regions). Оно содержало информацию об измерении радиальных скоростей 67 скоплений ионизированного водорода на расстояниях от 3 до 24 килопарсек от центра Андромеды с точностью порядка 10 м/сек. Это был несомненный успех совместного проекта Веры Рубин и Кента Форда.

В их спектрограммах содержалась некая изюминка — или скорее даже загадка. Партнеры изучали как плотное быстро вращающееся центральное ядро Андромеды диаметром порядка одного парсека, так и ее периферию. Когда дистанция до центра галактики составила около двух килопарсек, линейные скорости газовых сгустков значительно уменьшились. Это свидетельствовало о падении плотности вещества галактики при удалении от ее ядра, что было вполне ожидаемо. Однако на расстояниях от 4 до 14 килопарсек от центра скорости газа почти не уменьшались, что ранее замечал и Робертс. Отсюда следовало, что масса Андромеды вплоть до этой границы возрастает приблизительно пропорционально дистанции от ядра, что не преминули отметить соавторы. На самой далекой периферии при расстояниях от центра вплоть до 24 килопарсек (на больших дистанциях измерения не проводились) этот рост хоть и замедлялся, но все же не прекращался. Всё



выглядело так, как будто внутреннее пространство Андромеды заполнено неким веществом, которое вносит значительный вклад в ее поле тяготения. В этом плане Андромеда радикально отличается от Солнечной системы, чья масса почти полностью сосредоточена в центре.

Соавторы воздержались от выдвижения каких-либо радикальных гипотез по этому поводу, но их удивление прочитывается даже за сухим текстом статьи. Спустя много лет Вера Рубин призналась, что сначала совершенно не могла понять причин выявленного тренда. Для собственного потребления она даже придумала пару экстравагантных объяснений, которые, конечно, в статье не обсуждала и, к счастью, не опубликовала.

В принципе, Рубин и Форд не должны были чрезмерно удивиться полученным данным. Немецкий астроном Максимилиан Вольф и независимо от него американец Весто Мелвин Слайфер с помощью спектроскопических измерений обнаружили вращение Андромеды еще в 1914 году (отмечу, что это случилось задолго до того, как Эдвин Хаббл доказал, что ее следует считать отдельной галактикой). А через три года Фрэнсис Пиз из обсерватории Маунт-Вилсон заметил, что близкие к центру области Андромеды вращаются с приблизительно одинаковыми скоростями.

Следующий важный шаг в 1939 году сделал аспирант Калифорнийского университета Хорес Уэлкам Бэбкок (в будущем директор знаменитых обсерваторий Маунт-Вилсон и Маунт-Паломар и создатель первой теоретической концепции адаптивной оптики, которая в последние десятилетия сильно расширила возможности оптической астрономии). Он получил спектрограммы излучения горячего ионизированного водорода, исходящего из пяти участков диска Андромеды, расположенных на различных расстояниях от ее центра. Анализ этих данных привел его к выводу, что внешние зоны M31 вращаются приблизительно с постоянной линейной скоростью, которая почти не зависит от их удаленности от ядра. Бэбкок специально отметил, что такой характер движения противоречит хорошо известному распределению планетарных скоростей, которые, согласно третьему закону Кеплера, убывают по мере удаления от центра обратно пропорционально квадратному корню среднего радиуса их орбит. В качестве одного из возможных объяснений он (теперь понятно, что вполне правильно) предположил концентрацию несветящегося вещества у внешней границы галактики (H. W. Babcock, 1939. The Rotation of the Andromeda Nebula). В 1951 году аналогичные результаты опубликовал его соотечественник Николас Мейол (N. U. Mayall, 1951. Comparison of Rotational Motions Observed in the Spirals M31 and M33 and in the Galaxy). Рубин и Форд знали об этих работах и сослались на них в своей статье. Однако заключения Бэбкока и Мейола не отличались высокой точностью, допускали различные интерпретации и после публикации не вызвали особого интереса в астрономическом сообществе.

В 1971 году Рубин и Форд напечатали еще одно сообщение о спектроскопических наблюдениях Андромеды (V. Rubin, W. K. Ford, Jr., 1971. Radial Velocities and Line Strengths of Emission Lines across the Nuclear Disk of M31). Соавторы подтвердили свои прежние выводы о радиальном распределении скоростей и обнародовали информацию о структуре и составе тонкого газового диска в галактическом ядре. А еще через четыре года Мортон Робертс и Роберт Уайтхерст опубликовали данные о движении атомарного водорода на периферии южной зоны Андромеды, полученные с помощью мониторинга на 300-футовом радиотелескопе обсерватории Грин-Бэнк все на той же классической длине волны 21 см. (M. S. Roberts, R. Whitehurst, 1975. The Rotation Curve and Geometry of M31 at Large Galactocentric Distances). Эти данные вполне согласовывались с результатами их коллег из Департамента земного магнетизма.

В 1975 году Кент Форд установил свой прибор на спектрограф 4-метрового телескопа-рефлектора имени Мейола (Nicholas U. Mayall Telescope), действующего в Национальной обсерватории Китт-Пик с 1973 года. На следующий год подобным же образом был модернизирован спектрограф точно такого же зеркального телескопа имени Виктора Бланко Межамериканской обсерватории Серро-Тололо в чилийской пустыне Атакама. Получив доступ к этим великолепным инструментам, Вера Рубин и Кент Форд смогли значительно расширить наблюдения галактик как на северном, так и на южном небосводе. Полученные результаты стали содержанием без малого пяти десятков статей, опубликованных (часто в соавторстве с другими учеными) в The Astrophysical Journal и The Astronomical Journal. Эти работы (а также позднейшие наблюдения на других телескопах) окончательно закрепили за Верой Рубин место одного из самых авторитетных специалистов по галактической астрономии второй половины двадцатого века.

## **Deus ex machina: воскрешение темной материи**

Вера Рубин рассказывала мне, что они с Фордом в принципе знали о гипотезе темной материи, но, приступая к исследованиям, о ней не думали и вовсе не планировали ее проверять. Так что не стоит удивляться, что термин «темная материя» отсутствует в их первой публикации. Хотя в последующих работах Рубин неоднократно подтверждала наличие несветящейся материи на галактической периферии, основные ее интересы как астронома и астрофизика (по ее собственным словам) всегда были сосредоточены на получении оптической информации о морфологии и динамике галактик различных типов.

Первое четкое упоминание возможной связи между парадоксальным распределением скоростей вещества спиральных галактик и наличием там скрытой массы появилось в статье молодого австралийского астронома и астрофизика Кеннета Чарльза Фримена, напечатанной всего через четыре



месяца после статьи Рубин и Форда (К. С. Freeman, 1970. On the Disks of Spiral and S0 Galaxies). Эта замечательная работа весьма содержательна, но в контексте проблемы темной материи главный интерес представляет лишь ее небольшая часть. Фримен обнаружил некеплеровское распределение скоростей при изучении полученных другими астрономами данных о двух спиральных галактиках, M33 и NGC 300. Обсудив эту ситуацию с Робертсом, он отметил в своей статье, что если литературные данные верны, то в этих галактиках должна присутствовать дополнительная материя, которая не детектируется ни с помощью оптических наблюдений, ни посредством радиоастрономического мониторинга на волне 21 см. Ее полная масса, подчеркнул Фримен, как минимум не меньше массы наблюдаемых компонент галактик, а ее пространственное распределение должно сильно отличаться от распределения вещества, выявляемого при оптических наблюдениях. Правда, Фримен тоже не ссылаясь на Цвикки и не использовал выражения «темная материя», но по сути он писал именно о ней и о ее необычных свойствах. Сейчас мы знаем, что темная материя может составлять львиную долю массы галактик и что она концентрируется не в центральных областях, а в галактических гало.

Вскоре измерениями дифференциального вращения галактик занялись другие ученые, которые раз за разом подтверждали постоянство скоростей вращения галактического вещества на большом удалении от центра на все более обширном эмпирическом материале. Например, в 1972 году американские радиоастрономы Дэвид Рогстад (David H. Rogstad) и Сет Шостак сообщили об отсутствии кеплеровского падения скоростей у вещества пяти галактик, проследив этот тренд даже на очень далекой периферии этих звездных скоплений. Потом подключились и другие исследователи. Так, радиоастроном из Нидерландов Альберт Босма в 1978 году обнаружил данные о некеплеровском вращении двадцати пяти спиральных галактик с различной морфологией.

Надо отметить, что некеплеровский характер вращения спиральных галактик был признан отнюдь не сразу. Например, в 1973 году группа кембриджских радиоастрономов опубликовала свои собственные данные о дифференциальном вращении туманности Андромеды, которые вполне соответствовали кеплеровской модели. В этом нет ничего удивительного. Признание новых научных данных, противоречащих устоявшимся взглядам, как правило, требует немалого времени.

Через несколько лет к вращению галактик вернулись и Вера Рубин с Кентом Фордом. В середине 1970-х они вместе с партнерами занимались движениями нашей Галактики и Местной Группы. Однако в 1978 и 1980 годах в соавторстве с Норбертом Тоннардом (Norbert Thonnard) они опубликовали две статьи, вновь посвященные ротационным свойствам галактик. Эти наблюдения Вера Рубин продолжала вместе с партнерами по исследованиям и в 1980–90-е годы. За это время она дополнительно изучила

спектры более чем двухсот галактик и обнаружила, что почти все они содержат большие количества темной материи.

Важно подчеркнуть, что ожидаемые и реальные скорости вращения вещества галактик различаются не на проценты или даже десятки процентов, а в разы. Так, типичные скорости движения периферийных звезд и газа, вычисленные в предположении центральной концентрации галактических масс, для крупной спиральной галактики составляют 30–40 км/сек, в то время как реальные скорости пребывают в интервале 150–200 км/сек. Разница, как видим, весьма серьезная.

Основополагающими работами Рубин с Фордом и Кеннета Фримена заинтересовались и теоретики. В 1973 году Джереми Острайкер и Нобелевский лауреат по физике 2019 года Филлип Джеймс Эдвин Пиблз показали, что плоские спиральные галактики, в том числе и наш Млечный Путь, обязаны деформироваться и разрушаться из-за различных возмущений, не обладающих симметрией относительно галактической оси (J. P. Ostriker, P. J. E. Peebles, 1973. A Numerical Study of the Stability of Flattened Galaxies: or, Can Cold Galaxies Survive?). В то же время из их вычислений следует, что галактика становится стабильной, если она погружена в сферическое облако (то есть, гало) массивной материи много большего размера, чем ее видимый диаметр. Такое облако удерживает своим тяготением в равновесии звезды и галактический газ и не дает галактике рассыпаться. Острайкер и Пиблз (вероятно, за неимением лучшей версии) предположили, что гало состоит из множества очень тусклых звезд, невидимых в телескопы.

Через год эти же ученые вместе с израильянином Амосом Яхилом в новой работе обосновали свою гипотезу с помощью аргументов, основанных на сопоставлении имеющейся информации о массах и светимости спиральных галактик (J. P. Ostriker et al., 1974. The Size and Mass of Galaxies, and the Mass of the Universe). Они отметили, что суммарная масса типичной галактики может как минимум в десять раз превосходить массу ее светящегося вещества. Соавторы особо подчеркнули, что это обстоятельство имеет большое значение для космологии, поскольку позволяет заново пересчитать полную массу Вселенной в сторону значительного увеличения. Сходные идеи высказывали и другие ученые, в том числе тартусский астроном Ян Эйнасто и члены его группы (J. Einasto et al., 1974. Dynamic evidence on massive coronas of galaxies). Несколько необычный заголовок их заметки в Nature объясняется тем, что вместо общепринятого термина «галактическое гало» соавторы использовали менее употребительный — «галактические короны». Так что необходимость существования скрытой массы в окрестности галактик получила и теоретическое подтверждение.

В общем, к середине 80-х годов почти все астрономы поверили, что галактики окружены более или менее сферическими облаками невидимой

материи. Сначала это было доказано для спиральных галактик и плоских галактик без спиральной структуры, а затем и для большинства галактик с эллиптической морфологией. Также астрономы выяснили, что доля темной материи в общей массе галактики может составлять до 90%. Более того, с течением времени справедливость этих выводов была продемонстрирована и для галактик, удаленных от Млечного Пути на космологические дистанции. Вряд ли нужно уточнять, что всё это богатство наблюдений и теоретических моделей очень хорошо работало на гипотезу Цвикки. Альтернативой могло стать предположение, что ньютоновский закон тяготения требуют поправок, но такая точка зрения, мягко говоря, не пользовалась (и не пользуется) популярностью.



*Вера Рубин вместе с Джоном Гленном на торжественном приеме. Гленн стал первым американским астронавтом, побывавшим в космосе. Его почти 5-часовой полет состоялся 20 февраля 1962 года. Свой второй полет он совершил в 1998 году на борту шаттла «Дискавери» — на тот момент ему было 77 лет. Фото с сайта flickr.com*

## Эпитафия

Вера Флоренс Рубин скончалась 25 декабря 2016 года. В 2008 году она потеряла мужа, а через шесть лет и дочь Джуди, которые скончались от множественной миеломы. В последние годы она уже не могла работать — старческая деменция брала свое. Хотя Бог послал ей нелегкую старость, на жизнь она никогда не жаловалась.



*Вера Рубин со своими внучками и внуком в Шамони (Франция), 1986 год. Фото с сайта epl.carnegiescience.edu*

Вера Рубин в общей сложности опубликовала, одна или с соавторами, порядка ста научных работ. Суммарное количество ссылок на эти публикации в реферируемых профессиональных журналах на конец 2021 года превысило 23 сотни и продолжает расти. Разумеется, ей совершенно заслуженно досталось немало наград. Она была удостоена одиннадцати почетных степеней и множества иных отличий, включая Национальную научную медаль США (1993), Груберовскую международную премию за космологические исследования (2002) и медаль Джеймса Крейга Уотсона, присужденную в 2004 году Национальной академией наук США. В члены Национальной академии ее избрали еще в 1981 году — кстати, она оказалась второй женщиной-астрономом, удостоенной этой чести (первой была Маргерит Бербидж). А еще через пятнадцать лет она получила чрезвычайно престижное членство в Папской академии наук. За двадцать лет до кончины Вера Рубин была отмечена Золотой медалью Королевского астрономического общества — до этого единственной женщиной-лауреатом была сестра и верная помощница великого Уильяма Гершеля Каролина Гершель, награжденная в 1828 году. Вера Рубин стала первой женщиной, чье имя специальным постановлением Конгресса США (Public Law 116-9) было присвоено новой астрономической обсерватории (ее сейчас строят на горе Серро-Пачон в Чили).



*Слева — церемония включения в члены Национальной академии наук США, 1982 год. Справа — президент Билл Клинтон вручает Вере Рубин Национальную научную медаль. Фотографии с сайта epl.carnegiescience.edu*

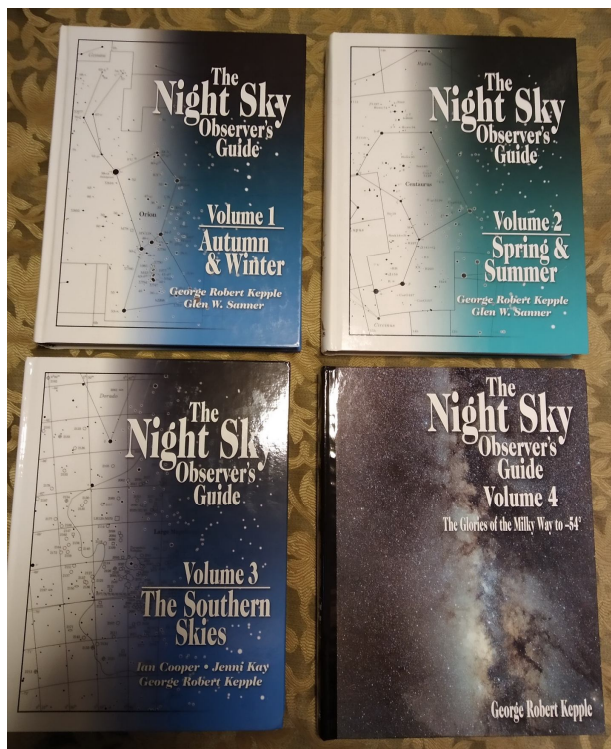
Я мог бы еще долго рассказывать о трудах и днях Веры Рубин. Например, о том, сколько сил она положила на помощь женщинам-ученым, или о ее визите в 1997 году на американскую антарктическую станцию Амундсен-Скотт, расположенную на Южном полюсе. Или о том, какой она была замечательной матерью и бабушкой, любимой и уважаемой многочисленными родственниками и друзьями. Но перо мое слабо, и время поставить точку.

**Алексей Левин,**

[https://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/1763182/Aleksey\\_Levin](https://elementy.ru/novosti_nauki/t/1763182/Aleksey_Levin)



## The Night Sky Observer's Guide

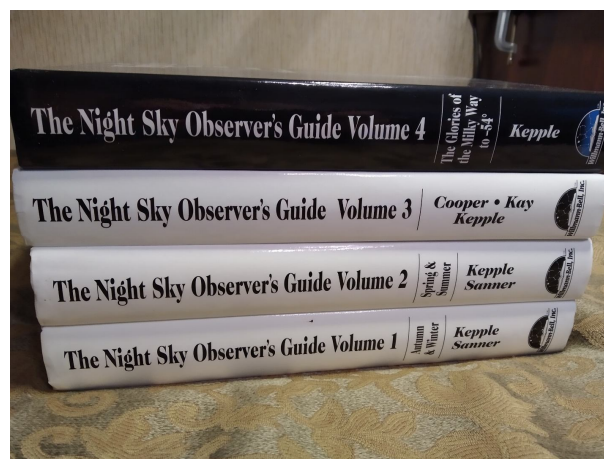


Здравствуйтесь, дорогие читатели! В прошлом номере журнала «Небосвод» (№3 2022) я рассказывал об Interstellarum Deep Sky Atlas – одном из лучших печатных атласов для любителей астрономии и в качестве дополнения к нему рекомендовал приобрести подробное руководство по наблюдению звёздного неба. Об одном из подобных руководств мы сегодня и поговорим – речь пойдёт о The Night Sky Observer's Guide.

Расскажу пару слов об этой удивительной серии книг. История The Night Sky Observer's Guide началась с журнала «Observer's Guide», выходившего в Соединённых Штатах Америки с 1987 по 1992 год под редакцией известных наблюдателей George Kepple и Glenn Sanner, скрупулёзно собиравших наблюдательные отчёты десятков опытных любителей астрономии (поименно о них можно прочитать в приложении Appendix C первого тома рассматриваемой нами серии). На основании этого богатого наблюдательного материала была составлена серия статей, в которых созвездия за созвездием описывались наиболее примечательные для наблюдения объекты, давались советы по их поиску, приводились необходимые фотографии и зарисовки. Именно эта серия статей в 1998 году стала основой для первых двух томов The Night Sky Observer's Guide, в которых описываются 64 созвездия, доступные для наблюдения из Пенсильвании (она была местом жительства George Kepple в 1990-е годы).

Широкая востребованность книги и запросы любителей астрономии, проживающих в южных штатах США, поспособствовали в 2008 году выходу

третьего тома серии, покрывающего оставшиеся 24 созвездия вплоть до южного полюса мира. Наконец, в 2018 году вышел четвёртый том, необходимость которого была обусловлена недостаточным описанием тёмных газопылевых туманностей Млечного Пути в других книгах серии и желанием авторов выпустить первое печатное издание, полностью охватывающее Каталог Барнарда.



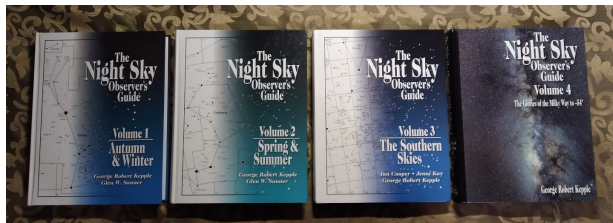
Поговорим немного о техническом исполнении. The Night Sky Observer's Guide представляет собой огромный четырёхтомный путеводитель по интересным объектам звёздного неба, в котором подробно описаны наиболее примечательные галактики, скопления и туманности, доступные для наблюдения в телескопы апертурой до 500 мм. Язык издания – английский, но узость терминологического словаря (в описаниях объектов активно задействовано всего около сотни различных слов) позволяет читать книги даже с минимальной подготовкой. Каждый том имеет размер приблизительно 285 мм x 220 мм x 40 мм и содержит в себе около 500 страниц. Книги отпечатаны на плотной белой высококачественной бумаге и оформлены в красивом твёрдом переплёте, печать чёрно-белая, никаких нареканий к её качеству нет. Обложки первых трёх томов выполнены в едином дизайне, оформление же четвёртого тома несколько выделяется из общей гаммы.

В качестве явного недостатка можно выделить значительный вес книг (все 4 тома вместе весят около 7 килограмм) и низкую влагостойкость – очевидно, что использовать их непосредственно около окуляра телескопа во время ночных наблюдений будет затруднительно. Впрочем, такой энциклопедический формат изданий обычно и не предполагает полевого использования. The Night Sky Observer's Guide эффективен для планирования будущих сеансов наблюдений, а также в качестве справочного материала при обработке наблюдательных данных. Книга даёт очень хорошее

представление о том, чего ожидать от того или иного объекта – на какие детали стоит обратить внимание, что может быть впечатляющим, сложным или интересным.

## Распределение созвездий по томам

Из-за особенностей истории появления The Night Sky Observer's Guide расположение созвездий в томах весьма специфично. В первых двух томах созвездия сгруппированы по сезонам:



**Том 1. Осень и зима.** Охваченные созвездия: Андромеда, Водолей, Овен, Возничий, Жираф, Рак, Большой Пёс, Малый Пёс, Кассиопея, Цефей, Кит, Голубь, Эридан, Печь, Близнецы, Ящерица, Заяц, Рысь, Единорог, Орион, Пегас, Персей, Рыбы, Южная Рыба, Корма, Компас, Скульптор, Телец и Треугольник.

Помимо глав с вышеперечисленными созвездиями, первый том включает в себя обширное 40-страничное введение под авторством Craig Crossen, в котором даются основы астрофизики объектов дальнего космоса – представлено описание звёздной эволюции и классификации переменных звезд, шаровых и рассеянных звёздных скоплений, туманностей и галактик. Введение написано достаточно понятным и лаконичным языком и будет полезно для формирования общего представления о природе наблюдаемых объектов.

**Том 2. Весна и лето.** Охваченные созвездия: Насос, Орел, Волопас, Гонимые Псы, Козерог, Centaur (северная часть созвездия), Волосы Вероники, Южная Корона, Северная Корона, Ворон, Чаша, Лебедь, Дельфин, Дракон, Малый Конь, Геркулес, Гидра, Лев, Малый Лев, Весы, Волк, Лира, Микроскоп, Змееносец, Стрела, Стрелец, Скорпион, Щит, Змея (голова и хвост в разных главах), Секстант, Большая Медведица, Малая Медведица, Дева и Лисичка.

В третий том попали созвездия, недоступные для наблюдения из средних широт:

**Том 3. Южное небо.** Охваченные созвездия: Райская Птица, Жертовник, Резец, Киль, Centaur (южная часть созвездия), Хамелеон, Циркуль, Южный Крест, Золотая Рыба, Живописец, Журавль, Часы, Южная Гидра, Индеец, Столовая Гора, Муха, Наугольник, Октант, Павлин, Феникс, Сетка, Телескоп, Южный Треугольник, Тукан, Паруса и Летучая Рыба. Кроме того, отдельные главы посвящены Большому и Малому Магеллановым облакам. Начинается третий том с вводной главы, содержащей советы по использованию книги и общие соображения о методике наблюдения объектов дальнего космоса.

Наконец, четвёртый том частично пересекается с содержанием первых двух, в него попали созвездия

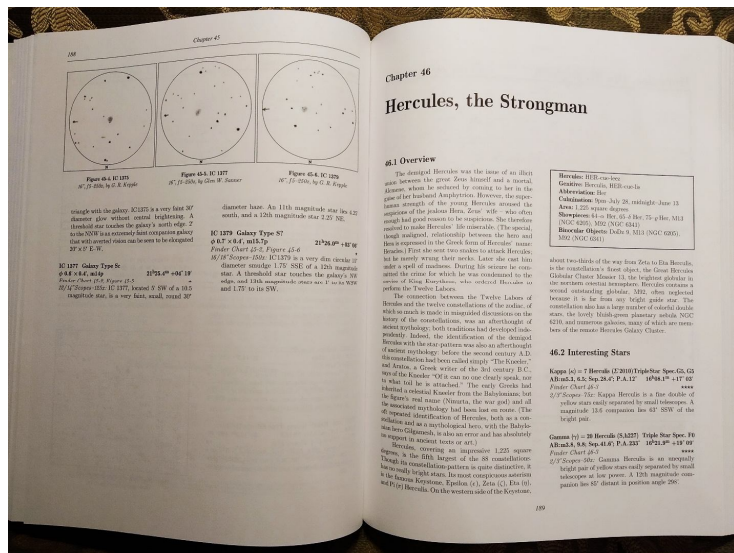
к северу от -54 градусов склонения, через которые проходит полоса Млечного Пути:

**Том 4. Великолепие Млечного Пути.** Охваченные созвездия: Корма, Большой Пес, Единорог, Орион, Близнецы, Телец, Возничий, Персей, Жираф, Кассиопея, Цефей, Ящерица, Лебедь, Лисичка, Стрела, Орел, Хвост Змеи, Змееносец, Щит, Стрелец, Скорпион, Южная Корона, Волк. Немного удивляет отсутствие в этом списке Лиры, Дельфина и Компаса, которые тоже частично лежат в полосе Млечного Пути и находятся к северу от обозначенного ограничения по склонению. В самом начале тома находится введение, в котором даётся подробное описание структуры Млечного Пути и особенностей наблюдения объектов, находящихся в его плоскости.

Каждый том завершается индексом – указателем упомянутых объектов: в каждом из первых трёх томов дан указатель для томов 1-3, в четвёртом томе – указатель для всей серии книг (1-4). Данный указатель очень удобен и позволяет найти нужный нам объект в большом объёме The Night Sky Observer's Guide. Помимо этого, в конце каждой из книг приводится библиография и список авторов зарисовок и описаний объектов.

Количество фактического материала, представленного в The Night Sky Observer's Guide просто поражает. Если верить статистике, приведённой на задней обложке четвёртого тома, то всё издание описывает 8943 объекта и на 1892 страницах включает в себя 1332 фотографии, 1208 зарисовок, 644 карты и 197 таблиц. Поистине энциклопедический размах!

## Что же представляет из себя типичная глава в The Night Sky Observer's Guide, посвящённая обзору созвездия?



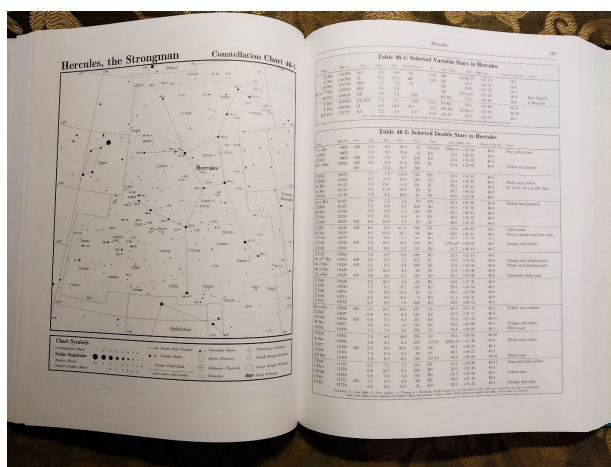
Начинается каждая глава с введения, в котором даётся обзор мифологии созвездия и истории его появления на небесной сфере. Иногда в вводной части также излагаются некие интересные научные факты, связанные с рассматриваемым созвездием. В целом обзор введения невелик – его достаточно для формирования общего представления о рассматриваемом созвездии, но, если вас



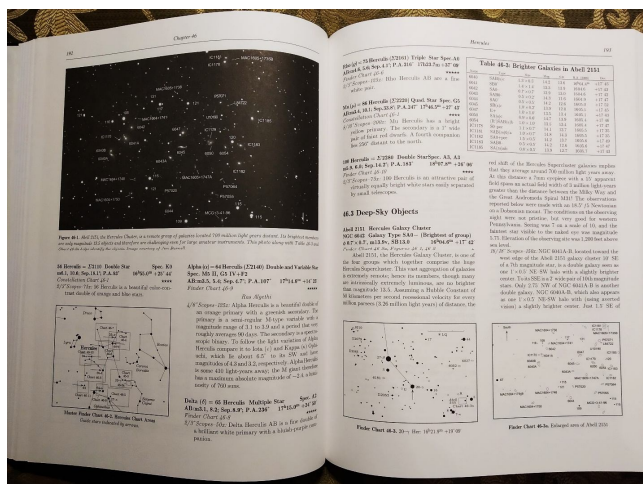
интересуют подробности его истории – лучше обратиться к специализированным изданиям.

<b>Hercules:</b> HER-cue-leez
<b>Genitive:</b> Herculis, HER-cue-lis
<b>Abbreviation:</b> Her
<b>Culmination:</b> 9pm–July 28, midnight–June 13
<b>Area:</b> 1,225 square degrees
<b>Showpieces:</b> 64- $\alpha$ Her, 65- $\delta$ Her, 75- $\rho$ Her, M13 (NGC 6205), M92 (NGC 6341)
<b>Binocular Objects:</b> DoDz 9, M13 (NGC 6205), M92 (NGC 6341)

Далее мы можем найти краткую вставку с характеристиками созвездия (площадь, время кульминации) и перечислением лучших объектов дальнего космоса, в том числе, доступных для наблюдения в бинокль.



Затем для каждого созвездия приводится схематическая общая карта и даются списки интересных двойных и переменных звёзд с указанием основных характеристик этих объектов (блеск, разделение, позиционный угол, для некоторых – даже краткое описание). Стоит обратить внимание, что карты созвездий очень уж общие и найти какие-либо объекты, используя только их, чрезвычайно сложно. Впрочем, в предисловии первого тома авторы открыто говорят, что в The Night Sky Observer's Guide не является атласом и рекомендуют приобрести атлас звёздного неба отдельно.



Далее начинается основная содержательная часть главы – подробные описания объектов: сначала интересных звёзд, а затем – примечательных объектов дальнего космоса. Характерной особенностью этих описаний является их полнота и достоверность – здесь вы не найдёте пространных рассуждений о прекрасном, только факты: особенности расположения объекта, нюансы его видимости в различные апертуры, результаты применения узкополосных фильтров и различных увеличений. Описания многих объектов сопровождаются информативными зарисовками и фотографиями, позволяющими понять, как должен выглядеть объект в окуляре телескопа. Длина описания зависит от объекта: небольшие объекты с малоразличимыми деталями занимают короткий абзац, более крупные и сложные объекты, такие как Галактика Андромеды M31 или Туманность Ориона M42, занимают страницу или две.

### Table I-3 Visual Rating Guide

#### ★★★★ Showpiece Objects

These are the most impressive objects — the finest examples of their type or class, visible in small telescopes.

#### ★★★★ Bright or Interesting Objects

Bright or generally more interesting objects visible in nearly all telescopes. 4" to 6" telescopes generally provide a good view

#### ★★★ Average Objects

Moderate in brightness or size, these objects may appear fairly bright in larger telescopes but fairly faint in smaller instruments. Faint objects showing detail may be advanced to the category. 8" to 10" telescopes generally provide a good view.

#### ★★ Faint Objects

Low surface brightness objects or clusters with faint members. Averted vision may be needed with smaller telescopes and is helpful with larger instruments. A 12" telescope generally provides a good view.

#### ★ Very Faint Objects

These objects require clear, dark skies and are best viewed near culmination. Averted vision is needed or helpful even with good seeing and transparency. 16" or larger telescopes usually are required.

С учётом детализации и яркости каждого объекта в книгах введена специальная пятибалльная система классификации:

\*\*\*\*\* — «жемчужный» объект, красивый и впечатляющий, доступный для небольших телескопов апертурой менее 100 мм (в некоторых случаях – даже невооружённому глазу)

\*\*\*\* — яркий или интересный объект, видимый практически в любой телескоп, рекомендуемая апертура от 100 мм до 150 мм

\*\*\* - объект средней яркости и размера, рекомендуется наблюдать в телескопы с апертурой от 200 мм до 250 мм

\*\* - слабый объект, с низкой поверхностной яркостью, рекомендуемая апертура не менее 300 мм

\* - очень слабый объект, требующий идеальных условий и апертуры от 400 мм



Наличие такой классификации позволяет подобрать объекты под имеющийся в распоряжении оптический инструмент и условия наблюдения. Стоит при этом отметить, что иногда эти обозначения достаточно условны. Хорошим примером может служить Галактика Барнарда NGC 6822 в созвездии Стрельца, помеченная в книге как объект для 400-мм телескопа, но реально доступная при благоприятных условиях даже крупному призмённому биноклю.

Стоит отметить, что все объекты перечислены с коротким, но информационно ёмким идентификатором, в котором указывается тип объекта, его размер, координаты, звёздная величина, поверхностная яркость (для галактик и туманностей), число звёзд и блеск ярчайшей из них (для звёздных скоплений). Расположение объектов в рамках одной главы организовано в порядке возрастания прямого восхождения, что, в общем-то, является достаточно традиционным для астрономических каталогов.

Например, из описания выше понятно, что рассеянное скопление NGC 6204 состоит из 45 звёзд, относится к типу I3m (по Трюмплеру), имеет диаметр 6', суммарный блеск 8,2 звёздной величины, и блеск самой яркой звезды 9,6 звёздной величины ("v" для блеска означает визуальную яркость, "p" — фотографический блеск). Данное скопление указано на карте 67-3 и отображено на зарисовке 67-4. Пометка \*\*\*\* означает, что объект доступен для телескопов апертурой от 100 мм. Вся информация наглядна и более чем понятна.

Приведём пример чтения информационного идентификатора одного из объектов, описанных в руководстве:

**NGC 6204 Open Cluster 45★ Tr Type I3m**

**ø6', m8.2v, Br★ 9.6v**

**16<sup>h</sup>46.1<sup>m</sup> —47°01'**

**Hogg 22 Open Cluster 10★ Tr Type IV3p**

**ø1.2', m6.7v, Br★ 7.3v**

**16<sup>h</sup>46.6<sup>m</sup> —47°05'**

*Finder Chart 67-3, Figure 67-4*

**\*\*\*\*/\*\*\*\***

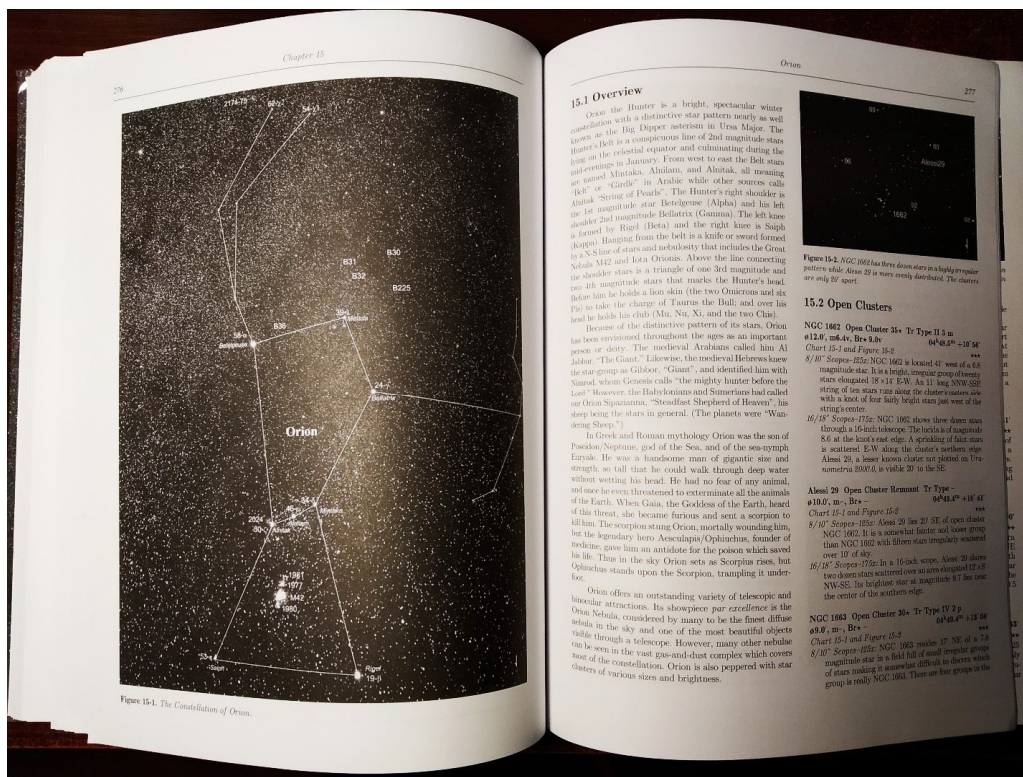
*16/18" Scopes—100x: A splendid sight! NGC 6204 and Hogg 22 form a double cluster lying 6.5' NW-SE of each other. NGC 6204, the NW cluster, is a fairly rich cluster of forty-five 9th magnitude and fainter stars concentrated in a 6' area. At center are two rich clumps of stars lying N-S of each other, both being about 45" in diameter. The southern clump*

Структура глав четвертого тома имеет некоторые особенности, не характерные для первых трёх частей. Во-первых, в четвертом томе отсутствуют таблицы с двойными и переменными звёздами — все они даны в соответствующих главах первых трёх томов. Во-вторых, все объекты сгруппированы по типам — планетарные туманности, звёздные скопления и тёмные туманности перечисляются в отдельных разделах главы. И третьей особенностью является наличие широкоформатных фотографий обсуждаемых созвездий с указанием примечательных особенностей строения Млечного Пути.



Содержание четвёртого тома частично пересекается с первыми двумя: из 1809 объектов 801 уже рассматривался ранее, но для таких объектов приведены новые фотографии и зарисовки, а также описания при наблюдении в более крупные апертуры (в отдельных случаях вплоть до 600 мм).

## Общие впечатления



оптических инструментов. Насколько такое утверждение оправданно? Я бы сказал, что оправданно, но лишь частично. Действительно, в полной мере пронаблюдать все перечисленные в серии объекты возможно лишь с помощью телескопа апертурой не менее 400 мм, но это вовсе не означает, что владельцы меньших телескопов не найдут для себя ничего полезного в этих книгах — очень многие описанные объекты доступны для

наблюдения в более скромные инструменты. Но, ради справедливости стоит отметить, что перекося в сторону крупных апертур при составлении книг серии всё-таки ощущается.

Подводя итог всему вышесказанному, я считаю этот четырёхтомник очень ценным, практически незаменимым руководством по наблюдению за ночным небом. Первые два тома однозначно рекомендую для приобретения при наличии

финансовой возможности. При цене, равной стоимости окуляра начального класса, эти две книги позволят куда более осознанно и продуктивно составлять программу наблюдений на очередную ясную ночь. Третий том не имеет особенной практической ценности для наблюдателя, проживающего в России — лишь жители самых южных регионов нашей страны смогут воочию пронаблюдать отдельные единичные объекты, описываемые в нём (например, в созвездиях Резца или Журавля). Что касается четвёртого тома, то он является полезным дополнением к первым двум, особенно для наблюдателей, обладающих крупными любительскими телескопами и имеющих возможность проводить наблюдения в тёмном незасвеченном месте, где Млечный Путь показывает свою структуру. В любом случае, вне зависимости от привязки к практической деятельности, содержание и качество материала третьего и четвёртого тома представляют несомненный общеобразовательный интерес, поэтому их приобретение при наличии такой возможности, я тоже рекомендую.

**Николай Демин,**  
Любитель астрономии, г. Ростов-на-Дону  
(Специально для журнала «Небосвод»)

В конце нашего обзора поговорим о минусах. Есть ли недостатки у The Night Sky Observer's Guide? Конечно, есть, как и у любого другого печатного издания. Большой вес, габариты и отсутствие защиты от росы я уже упоминал ранее в тексте. Другим значимым недостатком является цена и сложность покупки — в России эти книги найти нереально, а за рубежом их стоимость начинается от 35\$ за один том. Прибавьте к этому длительную и дорогостоящую доставку из Соединённых Штатов и получите ценник в 200\$ — 250\$ за весь комплект. Впрочем, если учитывать, что покупка руководства уровня The Night Sky Observer's Guide — это инвестиция на всю жизнь (поверьте, телескопы вы будете менять чаще), то цена не выглядит настолько уж отталкивающей.

Есть на страницах издания и незначительные опечатки: на страницах 458 и 460 второго тома напечатаны одинаковые астрозарисовки под разными названиями, а на странице 88 четвёртого тома в подписи к зарисовке упоминается некий 116-дюймовый телескоп, хотя из описания (и здравого смысла) ясно следует, что речь идёт об обычной 16-дюймовой модели. Впрочем, учитывая объём рассматриваемого нами руководства, было бы странным ожидать, что на его страницах не будет ни единой оплошности.

Иногда в обзорах и обсуждениях на форумах можно встретить мнение, что The Night Sky Observer's Guide предназначен для владельцев крупных телескопов и совершенно бесполезен обладателям небольших

## Годиерна: Нунций хрустального века

**Годиерна: Нунций кристального века**  
(окончание, начало в номере 03 -2022)

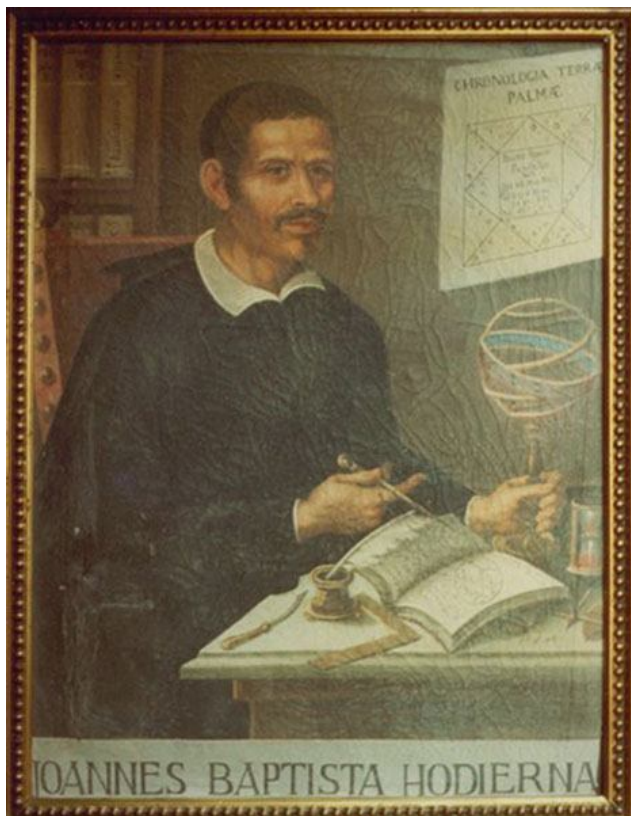


Рис. 1. Дж. Б. Годиерна

### Придворный математик

Со второй половины сороковых годов доктор теологии работал над большим трудом по оптике. Когда Ньютон едва начал ходить в школу, Годиерна уже изучал прохождение света через призму. К проблеме разложения света его привёл недостаток телескопов, который известен нам как хроматическая аберрация.

Как и во многих других работах, в ней превалирует метафизическое содержание. Превосходство оптики над другими науками объяснялось первенством света при сотворении мира. Его мало интересуют пути пучков света с разными цветами, хотя он и отмечает это как отдельный феномен. До истинного объяснения радуги Годиерна также не дошёл, уделив вместо этого много внимания идее сильных и слабых цветов. Говоря о природе белого цвета предметов, он привлекает атомистическую философию. Именно чередование корпускул и пустоты воспринимается как белое. В планах была даже отдельная работа о корпускулах и принципах их движения, но она никогда не была закончена. Интерес к проблемам оптики сопровождал исследователя всю жизнь. Одна из последних работ была посвящена вопросу зрения.

Джованни Баттиста, вероятно, никогда не прерывал свои астрономические наблюдения. Он смотрел на небо с неугасающим любопытством: зарисовывал солнечные пятна, наблюдал детали рельефа Луны, планеты и звёзды, осматривал созвездия, вёл поиск замечательных объектов. Всё, что было доступно его скромному инструменту, попадало в его поле зрения.

Сохранилось несколько его альманахов на астрологическую тематику. Он верил, что небесный порядок оказывает влияние на земную жизнь. Но его подход здесь был скорее научным. Исходя из теории Аристотеля, он пытался дать астрологическим терминам физическое основание. При этом он твёрдо проводит черту между собой и площадными, «вульгарными астрологами».

Своё отношение к миру, во многом вращающееся вокруг вопросов познания, Годиерна неоднократно высказывал. Переписав работу о величии мира, доступного человеческим чувствам, он скорее выступает как защитник познания. Стремиться к новым знаниям не грех. Истина – одно из проявлений Бога. Не уставал протоиерей Пальмы призывать к философии и своего покровителя Джулиано Томази, хотя бы через созерцание Природы как Божьего творения.

В 1651 году Джованни Баттиста Риччиоли выпустил свойopus magnum «Новый Альмагест». Многостраничный труд, энциклопедия астрономических знаний середины семнадцатого века выдержал множество изданий. Примечательным приложением была карта Луны, где впервые употреблены привычные ныне названия вроде «океана Бурь», «моря Спокойствия», кратера Тихо. Астроном Риччиоли, заслуживший славу учёного первой величины, переписывался с Годиерной.

Городок, созданный по плану Годиерны, к 1652 году населяли уже около двух с половиной тысяч человек. Через пятнадцать лет население почти удвоилось. Жители, переехавшие вслед за братьями Томази из Рагузы не жалели о переезде.

В год пятьдесят пятого дня рождения небо порадовало сицилийца подарком. Впервые за тридцать лет появилась комета. Она прошла через Зимний шестиугольник, от созвездия Зайца к созвездию Андромеды. У кометы был хвост в несколько градусов, а блеск при открытии составлял две-три звёздные величины. Наблюдая её на утреннем небе, Джованни вспоминал свою молодость, восемнадцатый год.

Кометы оставались для него явлениями в атмосфере и имели определённое астрологическое значение. Полтора века спустя Пиацици писал, что его земляк видел комету в 1600 году, хотя, вероятно, речь идёт о появлении кометы Галлея семью годами позднее.



## Вселенная Годиерны

В 1654 году в Палермо вышла брошюра, благодаря которой о нём слышало большинство любителей астрономии. Она состоит из двух частей - «*De Systemate Orbis cometiici*» и «*Deque Admirandis Coeli Characteribus*», «*О систематике мира комет*» и «*О замечательных объектах на небе*». И если первая часть выражает традиционные для того времени воззрения на кометы, то вторая выражает идеи весьма оригинальные. Годиерна проводит между туманностями и кометами границу как объектами разной природы: хвостатые гости состоят из земного вещества, а туманности – из звёздного.

Работа состоит из четырёх частей и приложения, заканчиваясь списком «*Problemata nonnulla*», обсуждением остающихся проблем. Первый раздел посвящён классификации туманностей, второй – их спискам. Третий, четвёртый и «*Problemata nonnulla*» посвящены изложению объединяющей теории, в которой представлены «все замечательные объекты, которые можно увидеть в небе», и обсуждению системы Коперника.

Годиерновская классификация туманностей берёт своё начало в общепринятом астрономами того времени предположении, что все небесные объекты небулярного вида были, в конечном счёте, составлены из звёзд. Эта вера просуществовала веками и родилась из того факта, что Галилей благодаря своему телескопу показал, что свечение Млечного Пути было результатом невероятного сгущения очень маленьких звёзд; а вера в это Годиерны, возможно, была усилена тем, что ему самому удалось увидеть три звезды «трапеции» в Большой туманности Ориона. Осознание того, что его инструмент был скромного качества, укрепило его в убеждении, что все наблюдаемые им небулярные объекты окажутся совокупностью звёзд -включая туманность Андромеды, которую он открыл самостоятельно, ничего не зная ни об открытиях Ас-Суфи или Симона Мария.

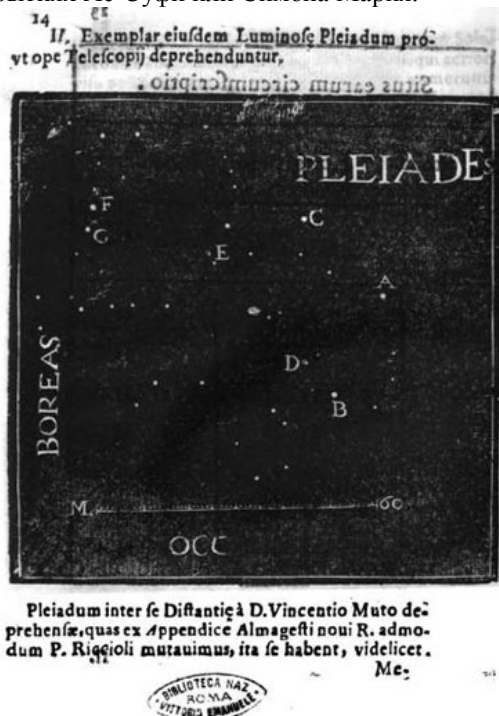


Рис. 2. Карта Плеяд созданная Годиерной

Все объекты, которые он наблюдал, делятся им на три класса по степени разрешимости на звёзды его телескопом. К первому отнесены те, что видны невооружённым глазом. Сюда попали яркие звёздные скопления и астеризмы, например Плеяды, Гиады и NGC 6231. Во второй класс он помещал объекты, которые туманно выглядят для невооружённого глаза, но распадаются на звёзды при виде в телескоп. Хороший пример этого – Ясли. Годиерна насчитал в этом скоплении примерно сорок звёзд, столько же, как и Галилей. Примером объекта третьего класса, остающимся туманным и при наблюдении в телескоп, была Туманность Андромеды.

Разделив пару десятков объектов на классы, Годиерна продолжал перечислять их. На его простеньких картах, в его описаниях вроде «Туманность в воде Водолея», конечно, трудно идентифицировать все объекты. Но суммарное число тех объектов, которые были ему известны, поражает. Из сорока трёх, даже несмотря на то, что девять идентифицировать не удалось, четырнадцать являются независимыми открытиями. По поводу ещё четырёх объектов, среди которых, например, галактика Треугольника, есть споры.

В каталоге были упомянуты известные сегодня: M6, M36, M37, M38, M41, M47, NGC 2362, NGC 6231, туманность Лагуна M8, скопление Альфа Персея (Mel 20), вероятно, M33, M34 и NGC 752 и, возможно, NGC 2451. К открытиям не подтверждённым относят NGC 2169 и NGC 2175.



Рис. 3. Рассеянное звёздное скопление M47

Десятки лет наблюдения за небом принесли плоды: Годиерна превзошёл всех астрономов прошлого. Уже остановившись на этом, он бы обрёл бессмертную славу, но это было частью более впечатляющего проекта. Он хотел изобразить всё доступное ему небо в ста картах. Зарисовки в «*Deque Admirandis...*» были лишь фрагментами и черновиками. В частности среди них есть первая в истории зарисовка туманности Ориона со звёздами трапеции.

К несчастью для науки, Атлас Годиерны никогда не был закончен, а первый список не получил большого тиража и известности. Разбросанные по небу объекты пришлось ещё сто

тридцать лет собирать Галлею, Флемстиду, Шезо, Лежантию, Лакайлю, Мессье и Гершелю.

Виктор Смагин писал о Годиерне: «К сожалению, имя этого человека нечасто можно встретить на страницах пособий о наблюдении дип-ской объектов, а ведь по сути именно он выделил их как самостоятельный феномен...»

Пытливый ум, обладая таким огромным количеством наблюдений, не мог не создавать единой картины мира. И она, конечно, с неизбежностью отличалась бы от общепринятой. Годиерна решил писать о космологии.

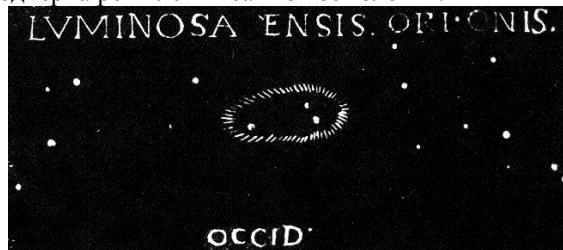


Рис. 4. Первая известная в истории зарисовка M42

Начал он рассуждения с аксиомы, которую назвал «неопровержимой»: при сотворении мира звёзды были расположены на разных расстояниях от Земли и сами по себе также не были одинаковыми. Говоря о них, он проводит аналогию с планетами: те ведь тоже разные и на разных расстояниях от Земли.

Годиерна замечает, что яркие звёзды сияют в одиночестве, тогда как мелкие сбиваются в группы, а иногда ещё и окружены туманностью. По его мысли, большие звёзды, рождаясь, смогли очистить пространство вокруг себя, а малые - нет. Причём и здесь он замечал, что ошибочно судить о размерах звёзд по её видимой величине. Говоря о происхождении новых звёзд, он писал, что они возникают из малых частей. В обсуждении спорных вопросов он даже дошёл в своих рассуждениях до того, что новые звёзды могут возникать в любой момент, даже в современную эпоху.

Такая вселенная неминуемо толкнула мыслителя к вопросу звёздных параллакс. Ведь близкие звёзды должны смещаться на фоне дальних из-за обращения Земли вокруг Солнца, если Коперник прав. Это хорошо можно было бы заметить, наблюдая двойные звёзды. Пройдёт много лет, чем эта идея будет экспериментально проверена. Отсутствие параллакса не является доказательством ошибочности Коперника. Оно также может свидетельствовать о «бросающем вызов воображению» размере Вселенной.

Годиерна, формально отвергая гелиоцентризм, всё же сделал два важных замечания. Во-первых, мир, поражающий своими масштабами был бы лучшим памятником величию Творца, чем тот, о котором писали учёные древности. Во-вторых, само отсутствие видимого порядка в расположении звёзд на небесной сфере могло значить то, что звёзды упорядочены вокруг центра Вселенной. И ни Земля, ни Солнце им не являются. Поистине поразительная мысль для священника семнадцатого века!

Гипотеза Годиерны очень похожа на гипотезу Уильяма Уистона, который полвека спустя написал: «Очень рационально заключить, что некий регулярный порядок имеет место и среди неподвижных звёзд. Когда они наблюдаются из

какого-то другого подходящего места, может существовать определённое упорядоченное и гармоничное расположение неподвижных звёзд между собой, хотя этот Порядок появляется не тогда, когда они видны с этой Земли».

Тени сожжённого Бруно, тоже уроженца южной Италии, и отрёкшегося Галилея, начали витать над головой Годиерны. Сам он объяснял свою позицию ограниченной способности к познанию. «Учёный должен основывать свои рассуждения на опыте и наблюдениях, но он также должен иметь в виду, что Бог в своей бесконечной мудрости, возможно, создал вещи таким образом, что, человеческий разум может не понять их только на их основе».

Как бы то ни было, к идее опубликовать свои рассуждения о космологии он больше не возвращался.

#### Звёзды Медичи



Рис. 5. Спутники Юпитера, зарисовка Галилея.

К началу пятидесятих годов относятся записи, касающиеся наблюдений явлений в системе спутников Юпитера. Годиерна, повторил, зная или нет, путь человека, которым так восхищался. Священник наблюдал, как спутники сливаются с мутным светло-жёлтым диском Юпитера, как скрываются за ним, гаснут, попадая в его тень. Это можно и сегодня отметить с самым скромным инструментом. А отмечая их достаточно долгое время - и предсказать. И сицилиец взялся за эту задачу. Затмения спутника, одновременно видимые на всей Земле, могли послужить универсальными часами, необходимыми для определения положения на суше и на море.

Мнения разнятся, что явилось причиной создания эфемерид. Пишут, что он сделал это по просьбе герцога Тосканского, или что написал эту работу, чтобы привлечь его внимание. Вторая версия более вероятна, потому что у его автора были на это сильные внутренние мотивы. Косвенным аргументом может служить популярный тогда политический ход: астроном дал спутникам имена в честь членов семьи Медичи, правящего дома Тосканы. Звучали они так: Princippharus Victripharus, Cosmipharus, Fernipharus - в честь наследника, его матери, отца герцога и самого Фердинанда.

Конечно, эти имена не устоялись. Сам Галилей, назвав их «звездами Медичи», в своих записях просто нумеровал их. Когда же был найден пятый спутник, находившийся к планете ближе, чем первый, восторжествовала система, предложенная Симоном Марием. Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, - под этими именами мы их теперь знаем. Сам Марий, неоднократно затевавший споры о приоритете, тоже выпустил эфемериды спутников.

Нововведением Годиерны были три неравенства, введённые в круговые движения спутников по аналогии с движением планет. Они должны были устранить отставание или наоборот опережение от эфемерид, которые совершали спутники.



Спустя десять лет, критикуя устаревший подход, за проблему взялся Джованни Альфонсо Борелли. Он взял на вооружение кеплеровские эллиптические орбиты, но его постигла неудача. Только в 1675 году Оле Рёмер нашёл важную причину неточности таблиц – ограниченность скорости света. Сицилиец Эмпедокл предполагал её конечность почти две тысячи лет до этого, но никак не мог доказать.

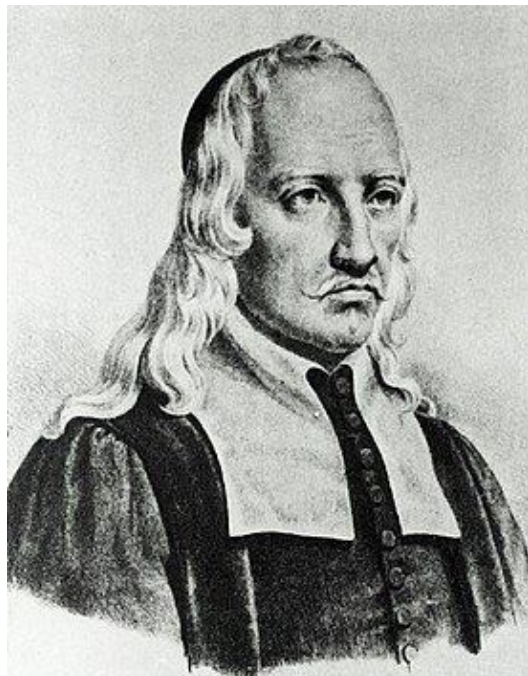


Рис.6. Джованни Альфонсо Борелли (1608-1679)

Сотни часов наблюдений и вычислений Годиерны, конечно, не пропали даром. Книга была востребована и стала достойным вкладом в историю изучения спутников Юпитера. Но, всё же, она не дала внимания герцога Тосканы, человека, который мог помочь издать труды учёного.

### Карамуэль

Письмо к Фердинанду II, кажется, ставит под вопрос покровительство семьи Томази. До того, как таблицы движения спутников Юпитера будут опубликованы, пройдёт год. Но герцог Джулио сделал для своего старого учителя другую услугу, оказавшуюся куда более важной.

Находясь в Риме, Томази познакомится с прелатом Римской курии Хуаном Карамуэлем, удивительным человеком. Родившись в Мадриде, в семье графа, он был вхож не только ко дворам правителей Европы, но и являлся представителем интеллектуальной элиты своего времени. Теолог, математик, астроном, физик, поэт, оратор, архитектор. Автор более чем двухсот шестидесяти работ, он был близким другом испанского наследника престола, состоял в переписке с Гюйгенсом, Гевелием, Гассенди. С ним спорил о вопросах морали и религии Паскаль, его работами восхищался римский папа Александр VII.

Джулио не преминул рассказать, что у него есть придворный математик, также разносторонне одарённый. Карамуэль был заинтересован и вскоре, по случаю солнечного затмения, направил на Сицилию через секретаря письмо. В нём он задавал сорок три вопроса о природе Солнца, Луны,

затмениях и солнечных пятнах. В 1656 году в Палермо Годиерна издал ответ и направил его в Рим.

Ответ не только удовлетворил любопытство эрудированного аристократа, но привело к тёплой, полной взаимного уважения, дружбе.

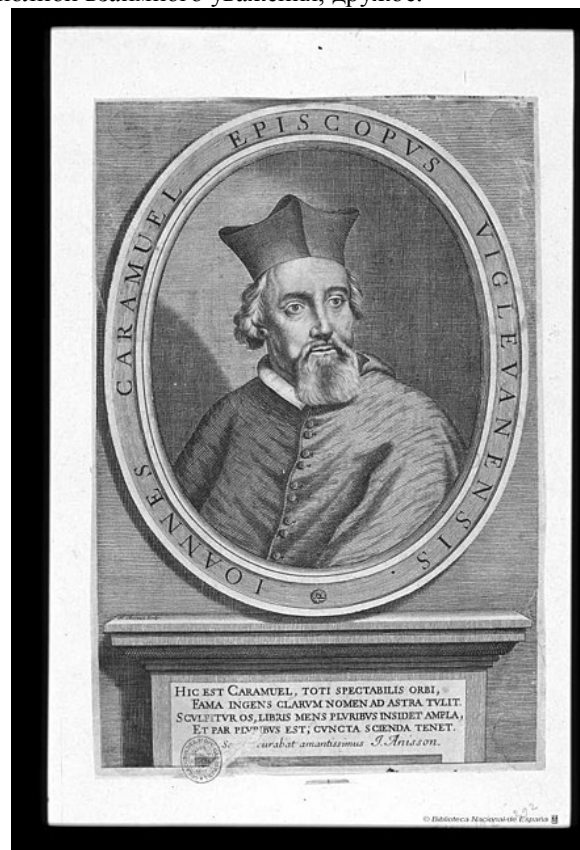


Рис. 7. Хуан Карамуэль (1606-1682)

Хуан стал для Джованни Баттисты лучом света в тёмном царстве. «У меня нет ни партнера, ни друга, ни родственника, которые могли бы мне немного помочь. Мой разум — мой учитель, и я ни с кем не делюсь своими трудностями... И поскольку ум никогда не удовлетворён, он часто впадает в необъяснимую тьму и запутывается. Вот почему я хотел поделиться с Вами... Я умоляю Вашу человечность, чтобы Вы воссияли лучом славы и разрешили тьму, чтобы Вы могли отогнать облака, чтобы я не был слишком подавлен этими облаками». Поистине, изоляция в небольшом городке из благостной жизни среди природы, стала для пытливого и жаждущего общения ума Годиерны мукой.

Карамуэль откликнулся на просьбу одинокого ума и пересылал ему письма других учёных, новости об открытиях и писал ободряющие слова.

Среди переписки нашлось место и строчке, приведшей отшельника Пальмы к тому, что о нём узнали во всей Европе. Эта строчка — анаграмма Христиана Гюйгенса о его открытии в системе Сатурна: «aaaaaaa, cccss, d, eeeee, g, h, iiiiii, llll tt, nnnnnnnnn, oooo, pp, q, rr, s, tttt, uiiii». Наблюдая самую далёкую на тот момент планету, голландец разгадал тайну, над которой бились астрономы последние сорок лет. Секрет шестой планеты был в существовании уникальной структуры — широких и тонких колец. Именно об этом гласила анаграмма: «Окружён кольцом тонким и плоским, не прикасающимся, к эклиптике».

наклонённым». Конечно, эта непростая фраза («*Annulo cingitur tenui, piano, nus-quam cohaerente, ad eclipticam inclinato*») никем не была разгадана. Тройная планета, планета с ушками, с двумя исчезающими спутниками. Каких только зарисовок и догадок не было к тому моменту на свете.

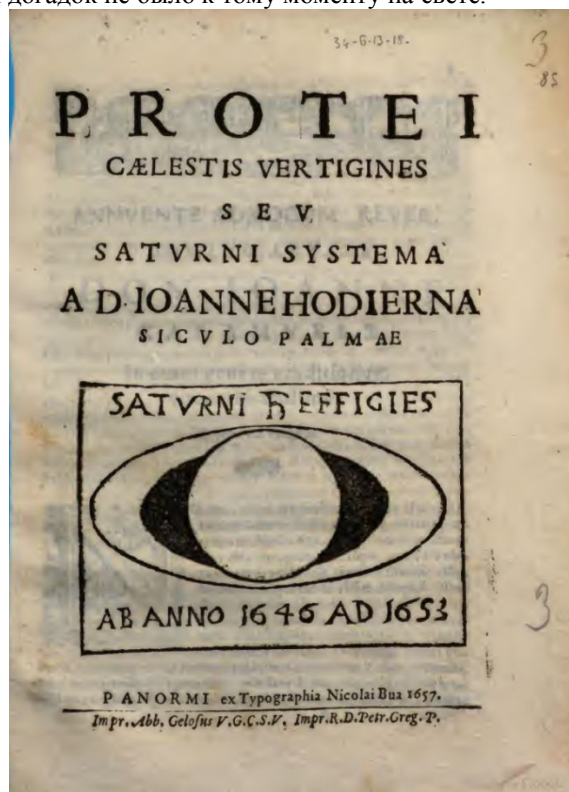


Рис. 8. Титульный лист работы о Сатурне.

Когда эта загадка дошла до юга Сицилии, она нашла там достойный её ум. Джованни Баттиста наблюдал Сатурн с 1646 по 1652 год, когда планета прошла путь от созвездия Рыб до созвездия Рака. Сравнивая то, что он видит с зарисовками других и своими собственными, Годиерна выдвинул свою гипотезу. Сатурн не троичен и не имеет огромных спутников. Он имеет вытянутую форму с двумя пятнами по краям. Обращаясь вокруг Солнца, он поворачивается то одной стороной, то другой.

Конечно, Гюйгенс, получив письмо, знал, что это не так. Он видел, что причиной неверной интерпретации был скромный телескоп. Однако признал, что идея порождена оригинальным и сильным воображением и разослал письмо среди своих корреспондентов, среди которых были многие известные астрономы своего времени. Так, благодаря ошибке, о Годиерне узнали во Франции, Англии и на берегах Балтийского моря. Так порой богиня славы смеётся над людьми.

Придворный математик герцога Пальмы написал о природе Сатурна небольшой трактат, посвятив его, в благодарность, Карамуэлю.

Между Гюйгенсом и Годиерной завязалась переписка, в которой, в частности, содержались советы о постройке недавно изобретённых им часов и вспышке звезды в Лебеде. Новое светило сицилиец открыл независимо от французских астрономов.

Кто знает, во что могло вылиться сотрудничество двух нестандартных умов, но последнее письмо не нашло адресата и вернулось обратно в Голландию. Не узнал Годиерна и о том,

что коллега сделал рисунок туманности Ориона, которому будет суждено на два века затмить первенство его собственного.

«Вестник новой звезды» - небольшое эссе о природе и возможном значении явления стало последним трудом придворного астронома, увидевшим свет при его жизни.

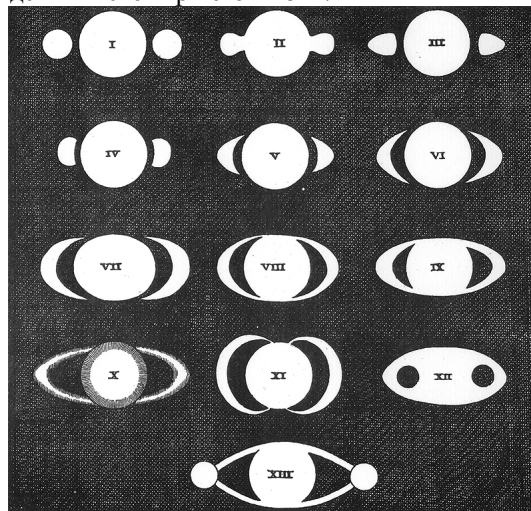


Рис. 9. Примеры зарисовок из книги Гюйгенса «Система Сатурна»

Мы не знаем, с какими мыслями умирал Джованни Баттиста Годиерна. Так много ещё следовало опубликовать, так много ещё было незавершённого, столь многим не удалось ещё поделиться. Возможно, он хвалил Господа, что позволил ему узнать так много и так приблизиться к своим тайнам. Мы знаем только что это случилось во вторник, 6 апреля 1660 года, за неделю до того как ему исполнилось бы шестьдесят три года.

Все свои последние труды он посвящал исключительно церковным деятелям Сицилии. Возможно, он разочаровался в аристократии. Как бы то ни было, его труды было некому продолжить. Ни детей, ни настоящих учеников, ни последователей. Джулиано Томази скорее всего больше думал о земном, чем о небесном. О том, как добиться баронского титула и прославить свой род. Как бы то ни было, довольно скоро он избавился от всех рукописей своего придворного астронома.

Он отправил их в Кампанию, по просьбе местного епископа. Им был не кто иной как... Хуан Карамуэль. Памятуя о горькой участи своего друга, он приложил доступные ему усилия, чтобы издать хотя бы часть трудов в городе Лион. Но, что-то пошло не так, возможно, они не прошли церковную цензуру, но другу Годиерны и римского папы Александра VII в публикации отказали. Епископские заботы и суeta жизни охладили пыл Карамуэля, и если он и возвращался позже к этой проблеме, то снова без успеха. Историки двадцать первого века пришли к выводу, что к концу жизни великий ум просто потерял интерес к науке.

Астрономы Европы, не зная о каталоге итальянского исследователя, начнут повторять его путь, открывая найденные им объекты снова. Снова откроют звёзды в туманности Ориона, найдут объект, что в каталоге Мессье через полтора века получит номер тридцать шесть.





Рис. 10. Джованни Доменико Кассини (1625-1712)

Эфемериды спутников Юпитера, данные Годиерной, были превзойдены через восемь лет после его смерти. Их автором был итальянец на службе французского короля Джованни Доменико Кассини. Он был младше своего предшественника почти на тридцать лет и когда-то учился у Риччиоли. Он был человеком другого поколения, и жил в центре науки своего времени. Недаром одна из его биографий носит название «Современный астроном в семнадцатом веке». С точки зрения сицилийского ученика Галилея он являл собой яркий пример жителя того самого Кристального века, когда истина меняет мир.

Названия спутников Юпитера, которые были даны в честь членов семьи тосканского герцога, также не устоялись. Но стоит заметить, что вышеупомянутый астроном Кассини, найдя луны Сатурна, назвал их «звёздами Людовика». Так что это скорее явление своего времени.

Часть работ сицилийца безуспешно пытался издать в конце семнадцатого века Паоло Бакконе. К рукописям проявлял интерес Ольденбург, секретарь Лондонского Королевского Общества, помогавший Ньютону. Заполучить их не удалось.

В 1792 года Джузеппе Пиацци, найдя часть работ своего земляка, писал: «Восхищённый новыми открытиями Галилея, он был первым, кто не только объявил о них, но и сделал их известными в Сицилии, но многое сделал для их проверки, изучения и продвижения ... Учёный из Рагузы был одним из первых, кто правильно рассуждал о солнечных пятнах и Луне...»

В конце девятнадцатого века один из итальянских популяризаторов науки назвал его «Сицилийским Галилеем». В двадцатом веке, однако, Джо Абетти, сын преемника Темпеля в обсерватории Арчетри, был скромнее и в своей речи

не стал причислять придворного астронома к пионерам своего науки времени.

В 1935 году, Амадео Агостини написал в Итальянской Энциклопедии крошечную статью. Там Годиерне были посвящены следующие слова: «Его многочисленные работы малоизвестны и заслуживают тщательного изучения, так как для лучшего суждения о нём не было бы бесполезно проследить его многочисленные рукописи по астрономии, физике и естественным наукам, которые в начале восемнадцатого века все ещё существовали в Пальме».

Рис. 11. Подпись Годиерны из письма герцогу Тосканы.

Прошло ещё почти полвека, прежде чем Марио Павоне нашёл многочисленные рукописи и печатные работы, подписанные именем Джованни Баттисты Годиерны. Через несколько лет и мир с удивлением узнает идеи и труды светлого и талантливого мыслителя, астронома и натуралиста-самоучки, забытого всеми три века назад. Всё это время они хранились в архиве одного епископа.

Стоит ли говорить, что его звали Хуан Карамуэль?

#### Эпилог

В статье 1985 года можно прочесть: «Он был одним из первых учёных на Сицилии, осознавших важность новых идей Галилея и он сам внёс многочисленные и оригинальные вклады в научные дебаты. Однако его астрономические труды, за редкими исключениями, имели ограниченный тираж, и его мысль, даже когда она проявляла оригинальные черты, не оказывала влияния на его современников. Поэтому его следует рассматривать как одного из второстепенных астрономов в обширной панораме семнадцатого века».

Первый придворный математик герцога Томази и представить себе не мог, что его наследие ожидает такая судьба. Сквозь наводнения, пожары и войны, пожелтевшие страницы донесли до нас его мысли. И пусть его «сегодня» для нас уже давно «вчера», глядя на туманности и облака, цветы и пчёл, мы можем сказать: их исследовал Джованни Баттиста Годиерна.

#### Избранные источники:

1. Итальянский биографический словарь, том 79, 2013 год. Федерика Фавино: "Одиерна, Джованни Баттиста": [https://www.treccani.it/enciclopedia/giovan-battista-odierna\\_\(Dizionario-Biografico\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/giovan-battista-odierna_(Dizionario-Biografico))
2. История каталога Мессье. Дж. Б. Годиерна: <http://www.messier.seds.org/xtra/Bios/hodierna.html>
3. Предшественник Мессье на службе "Леопардов": <http://www.orsapa.it/hodierna/hodierna.htm>
4. История открытия объектов NGC: Дж. Б. Годиерна. <http://www.klima-luft.de/steinicke/ngcic/persons/hodierna.htm>
5. Проект Галилео: учёный Дж. Б. Годиерна: [TheGalileoProject \(rice.edu\)](http://TheGalileoProject.rice.edu)

**Павел Тупицын,**  
Любитель астрономии, г. Иркутск

## История астрономии второго десятилетия 21 века



**2013г** 27 ноября публикация в журнале *Nature* приводит *Nature News*, что астрономы из Китая и США нашли черную дыру, которая не укладывается в ранее определенную зависимость яркости от массы. Объект в спиральной галактике Вертушка (Messier 101, M 101, NGC 5457) в созвездии Большая Медведица, который они изучали, массивнее Солнца не более чем в 30 раз при яркости, которая обычно указывает на намного большую массу.

Исследователи опирались на наблюдения при помощи телескопа *Gemini*, которые провели еще в 2010 году. Кроме того, они использовали данные рентгеновской обсерватории «Чандра» (запуск 23.07.1999г), полученные еще раньше. Вспышки в рентгеновском диапазоне, которые дает M 101 ULX-1, были на порядок ярче, чем у обычных черных дыр звездной массы: поэтому ученые ранее думали, что масса черной дыры тоже заметно выше. ULX в названии обозначает ультраяркий рентгеновский источник: про них недавно писала *Лента.Ру*.

Черные дыры условно делятся на три типа: звездной массы, средней (промежуточной) массы и сверхмассивные. Звездные возникают при коллапсе звезд на поздней стадии жизни и их масса всегда находится в пределах от минимум 2,5 до нескольких десятков масс Солнца. Черные дыры в центре галактик намного массивнее (сверхмассивные) и их масса превышает солнечную уже на много порядков: вплоть до нескольких миллиардов. Еще некоторое число объектов попадает в промежуточную категорию, которая тяжелее звезд, но легче черных дыр в центре галактик. Причем чем тяжелее объект, тем он ярче: именно черные дыры являются источником энергии квазаров, самых ярких постоянных источников излучения.

Астрономы провели анализ спектра M 101 ULX-1 и звезды-компаньона, которая обращается вокруг общего с черной дырой центра масс. Спектр показал, что эта звезда практически лишена водорода, поэтому может быть либо белым карликом, либо звездой Вольфа-Райе. Для белого карлика объект был слишком ярким, поэтому ученые в своей работе

сделали однозначный вывод в пользу короткоживущей массивной звезды.

Зная о том, что одна из частей двойной системы является звездой Вольфа-Райе, астрономы смогли также отделить спектр излучения черной дыры от спектра звезды и на основании этого оценить ее массу. Метод оценки массы по спектру излучения ранее был проверен четырьмя разными группами на примере двух иных черных дыр и потому считался достаточно надежным. Он показал, что M 101 ULX-1 превосходит Солнце в 20-30 раз. Объект попадает в категорию звездных, а не промежуточных черных дыр.

Новая пара обладает рядом отличий от ранее найденных двух пар «черная дыра - звезда Вольфа-Райе». Излучение черной дыры оказалось ярче и имело другой спектр. Рентгеновские лучи от M 101 ULX-1 отличаются меньшей энергией. Проанализировав изменения яркости и спектра, ученые определили расстояние между компонентами системы и пришли к выводу, что черная дыра не может вытягивать вещество из атмосферы звезды. Зато, по всей видимости, она окружена широким диском, который сформирован из подхваченного звездного ветра от звезды Вольфа-Райе. Именно этот диск отвечает за наблюдавшееся астрономами рентгеновское излучение с необычными характеристиками.

Сверхмассивные черные дыры видны как минимум в рентгеновском и радиодиапазонах за счет процесса поглощения ими вещества. Газ, пыль и иногда звезды при падении сжимаются. Это вызывает разогрев, который заставляет вещество излучать. В результате взаимодействия образовавшейся плазмы с магнитными полями вдоль оси вращения черной дыры также выбрасываются струи, называемые джетами. Все эти явления позволили ученым ввести понятие «яркости» для черной дыры, которая сама по себе по определению не может выпускать даже свет.

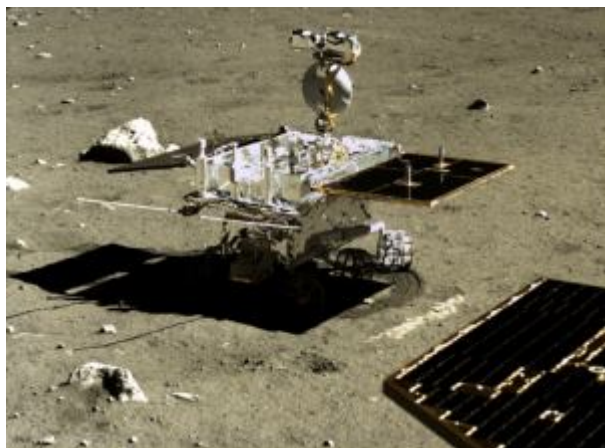
**2013г** 1 декабря 2013 года в 17:30 UTC (21:30 мск) в Китае с космодрома Сичан осуществлен пуск ракеты-носителя "Чанчжэн-3В" /"Великий поход"/ с межпланетной станцией "Чанъэ-3" (Chang'e 3).

"Чанъэ-3" успешно отделился от последней ступени носителя и вышел на околоземную орбиту высотой 210,3 x 389109,2 километров и наклонением 28,5 град. Исследовательский аппарат "Чанъэ-3" содержит на борту луноход «Юйту» («Нефритовый заяц»), который должен совершить посадку в Заливе Радуги 14 декабря 2013 года на Луне и исследовать геологические структуры и поверхность Луны.

Китай стал третьей космической державой после США и СССР, запустившей луноход и успешно совершившему мягкую посадку на Луне (первую за 37 лет, после советской АМС «Луна-24»).



В задачи «Чанъэ-3» входит зондирование рельефа и геологического строения Луны, изучение полезных ископаемых и наблюдение земной ионосферы с поверхности Луны.



Масса посадочного аппарата после прилунения — 1200 кг, 6-колёсного лунохода «Юйту», способного развивать скорость до 200 метров в час, 140 кг. На посадочном модуле установлена камера коротковолнового УФ-диапазона, предназначенную для наблюдения земной ионосферы, солнечной активности, состояния магнитного поля Земли и потоков частиц в ионосфере. На нём также установлен 150-миллиметровый оптический телескоп ближнего УФ-диапазона для астрономических наблюдений.

Луноход впервые оснащён 360-градусным панорамным фотоаппаратом, инфракрасным и альфа-рентгеновским спектрометрами и георадаром, позволяющим изучить геологическую структуру Луны до глубины порядка 100 метров.

14 декабря 2013 года в 13:11:18 UTC (17:11:18 мск) посадочный модуль с луноходом успешно сел на поверхность Луны. Планируемая продолжительность работы лунной станции составляла один год, лунохода — три месяца. «Юйту» получил с помощью бортового рентгеновского спектрометра первые данные об элементном составе лунного грунта, сообщает Академия наук КНР.

На борту аппарата в числе прочих приборов установлен рентгеновский спектрометр APXS (Active Particle-induced X-ray Spectrometer), созданный в китайском Институте физики высоких энергий. Впервые спектрометр был включен 23 декабря и провел калибровку. APXS испускает частицы высоких энергий, которые заставляют вещество испускать рентгеновское излучение. Анализ полученного спектра позволяет понять химический состав. Первый спектр лунного реголита в районе места посадки прибор получил 25 декабря. Первоначальный анализ показал, что в грунте содержится восемь основных элементов: магний, алюминий, кремний, калий, кальций, титан, хром и железо. Кроме того, имеются следы стронция, иттрия и циркония.

Однако в середине января 2014 года он столкнулся с камнем и утратил способность к передвижению. Тем не менее за первый и второй лунный день «Юйту» успел получить массу фотографий, «просветить» недра Луны при помощи

радара LPR и проанализировать химический состав минералов на ее поверхности при помощи спектрометров APXS и VNIS. Позже Сяо Лун (Xiao Long) из Университета геологических наук Китая в Ухане и несколько десятков других геологов из КНР представили предварительные результаты анализа фотографий и данных с LPR.

Как отмечают ученые, первые же снимки и «прозвонки» почвы с радара показали, что Залив Радуги кардинальным образом отличается по своему облику и геологии от тех точек, где высаживались американские астронавты и где приземлялись советские «Луны» и «Луноходы». В частности, кристаллическая структура камней на поверхности кратера была совсем не похожей на то, как устроены их «собраты» в местах высадки людей и других зондов.

Главным отличием Залива Радуги от ранее изученных уголков Луны стала невероятно сложная геологическая структура недр кратера, в которых выделялось по крайней мере девять отдельных слоев толщиной от восьми и до 100-120 метров.

Столь большое число слоев базальтовых пород говорит о том, что у Залива Радуги была бурная геологическая история. Часть верхних слоев, как полагают китайские геологи, возникла в результате того, что кратер периодически покрывался обломками базальтов, выброшенных из соседних уголков Луны во время падений астероидов.

Нижние слои возникли гораздо раньше, в далеком геологическом прошлом Луны, в так называемый позднембрийский период — 3,8-3,3 миллиарда лет назад, когда ее недра оставались еще горячими. Как пишут китайские ученые, в то время Залив Радуги пережил как минимум пять эпизодов извержения магмы, хотя их число может быть на самом деле гораздо большим — радар «Юйту» работает лишь на глубинах до 400 метров.

Большое количество слоев в недрах Залива Радуги, а также разительные различия со структурой тех уголков Луны, где высаживались астронавты и приземлялись советские «Луноходы», говорит о том, что геологическое прошлое Луны было более бурным и сложным, чем мы привыкли считать.

Китайская лунная программа (Chinese Lunar Exploration Program, CLEP) стартовала в 2007 году запуском аппарата «Чанъэ-1», который проработал на орбите Луны 14 месяцев. Результатом этой миссии стало составление трехмерной карты Луны высокого разрешения. Задачей второго китайского лунного спутника «Чанъэ-2», запущенного в 2010 году, стало изучение подходящего места для посадки «Чанъэ-3». В дальнейшие планы программы CLEP входит сбор лунного грунта.

**2013г 1 декабря статью в Nature и пресс-релиз Мичиганского университета приводит Phys.org, согласно которым американские астрофизики вместе с коллегами из Бразилии и Индии исследовали процесс охлаждения коры нейтронных звезд и пришли к выводу о том, что в них должен быть некий неизвестный источник тепла.**

Исследователи смоделировали верхний слой нейтронной звезды, так называемую кору. Этот сравнительно тонкий слой толщиной около 150

метров (диаметр звезды при этом меньше 25 километров) состоит из ионов. По теоретическим моделям, ближе к ядру нейтронная звезда состоит из спрессованных вместе нейтронов, а в коре возможно протекание ядерных реакций: именно эти реакции рассматривали астрофизики в новой работе.

Ученые уточнили тепловой баланс коры, описав как процессы с выделением тепла (ядерные реакции и теплоперенос из центра звезды), так и явления, из-за которых кора охлаждается. Расчеты показали, что вклад нейтринного охлаждения серьезно недооценивался. Практически не взаимодействующие даже со сверхплотным веществом частицы уносят большую часть энергии. Поэтому кора должна остывать намного быстрее, чем считалось ранее.



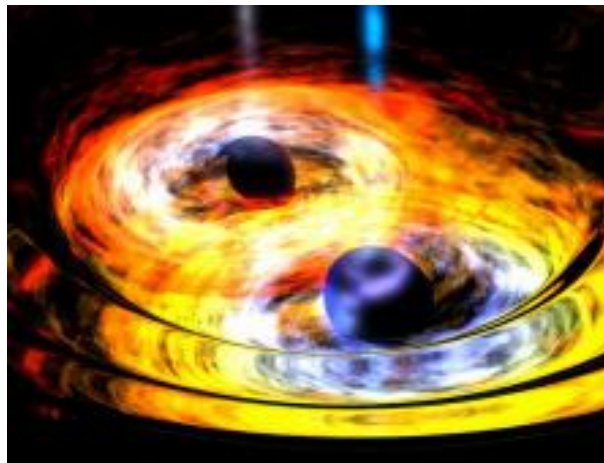
Слой ионов с очень высокой плотностью, как пишут исследователи, превращает в нейтрино идущее снизу тепло. Энергия, полученная ионами снизу, достаточна для запуска термоядерной реакции, а она, в свою очередь, отдает энергию уже преимущественно вместе с нейтрино.

Новые теоретические расчеты, по словам самих авторов, скорее ставят новые вопросы, чем позволяют найти ответы на уже существующие. Наблюдения указывают на достаточно высокую температуру поверхности нейтронных звезд, а из новой работы следует то, что она должна быть более холодной за счет нейтринного охлаждения. Разрешить противоречие, по словам авторов, можно только в случае какого-то дополнительного процесса с выделением тепла. Однако какова природа этого процесса — пока неясно.

Нейтронные звезды образуются в конце эволюции не слишком массивных звезд. Модели строения нейтронных звезд основаны на результатах наблюдения (прежде всего радиоастрономических) и фундаментальных физических законах, однако детали таких моделей все еще требуют уточнения. По некоторым данным, вещество в центре нейтронных звезд может существовать в виде кварк-глюонной плазмы.

**2013г 4 декабря NASA приводит статью (препринт) о том, что группа астрономов из Великобритании, Испании, США и Тайваня сообщила об обнаружении объекта, который может оказаться двойной черной дырой. Система WISE J233237.05-505643.5 найдена в центре галактики в 3,8 миллиарда световых лет от Земли.**

Найти двойную черную дыру удалось при помощи космического инфракрасного телескопа WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer, запуск 14.12.2009г). Данные, полученные этим инструментом, астрономы потом подтвердили при помощи радиотелескопа Australian Telescope Compact Array недалеко от городка Наррарби в Австралии и оптического телескопа «Джемини-южный» (Gemini South telescope) в Чили. Определить то, что речь идет о двойной системе, а не об одинарной черной дыре, удалось благодаря необычному джету.



«Мы полагаем, что джет одной черной дыры начинает раскачиваться под действием гравитации другой черной дыры, и это выглядит как танец с лентами», — говорит Чао Вей Цай из Лаборатории реактивного движения (JPL) НАСА, Пасадена, штат Калифорния, ведущий автор статьи.

Джетами называют потоки плазмы, выбрасываемые вдоль оси вращения черной дыры в результате взаимодействия аккреционного диска (облака затягиваемого внутрь вещества) с магнитными полями. Джет в изучаемой системе имел зигзагообразную форму, что ученые объясняют взаимодействием двух черных дыр друг с другом. Исследователи подчеркнули, что это не единственное, но в то же время самое простое и естественное объяснение наблюдаемой аномалии.

Слияния черных дыр, по прогнозам теоретиков, должны происходить регулярно. Черные дыры в центре галактик имеют намного большую массу по сравнению с черными дырами, которые возникают в результате коллапса звезд. Согласно господствующей точке зрения, черные дыры звездной массы сначала сливаются в объекты промежуточной величины, а те, в свою очередь, за счет слияния дают сверхмассивные черные дыры с массой до нескольких миллиардов масс Солнца.

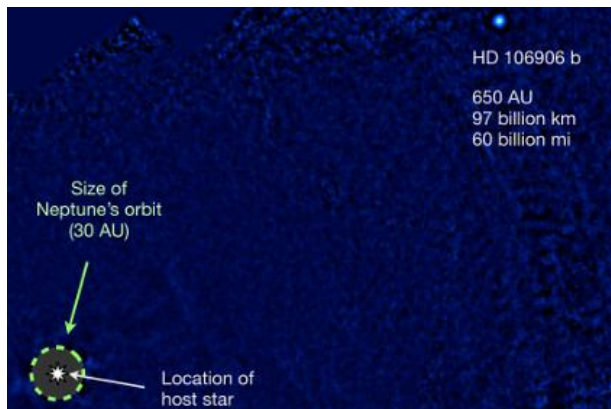
В настоящее время астрономам известно всего несколько объектов, которые могут быть двумя вращающимися вокруг общего центра масс черными дырами. При этом WISE J233237.05-505643.5 расположен от Земли дальше, чем все прошлые кандидаты на роль двойной черной дыры.

Спутник WISE сканировал все небо в инфракрасном диапазоне дважды, прежде чем был переведен в спящий режим в 2011 году. Недавно НАСА дало космическому аппарату «вторую путевку в жизнь», переведя его вновь в рабочий



режим для поиска астероидов в рамках проекта под названием NEOWISE.

В новом исследовании использовались данные предыдущего обзора всего неба, полученные с помощью телескопа WISE. Астрономы "перелопатили" снимки миллионов активно «питающихся» сверхмассивных черных дыр, разбросанных по всему небу, прежде чем натолкнулись на этот довольно странный объект.



**2013г 5 декабря сайт университета Аризоны рассказывает (статья доступна в виде препринта), что ученые из Италии, Нидерландов и США открыли самую далекую от звезды экзопланету. Радиус ее орбиты составляет 650 астрономических единиц, что в 20 раз больше орбиты Нептуна.**

Планета HD 106906 b была обнаружена методом, который довольно редко используется для поиска экзопланет. Ее удалось рассмотреть непосредственно на снимках, сделанных сначала при помощи 6,5 метрового телескопа «Магеллан», а потом и на фотографиях с «Хаббла». Ученые решили изучить звезду HD 106906 из-за того, что ранее вблизи нее инфракрасная обсерватория Спитцер выявила некий источник теплового излучения.

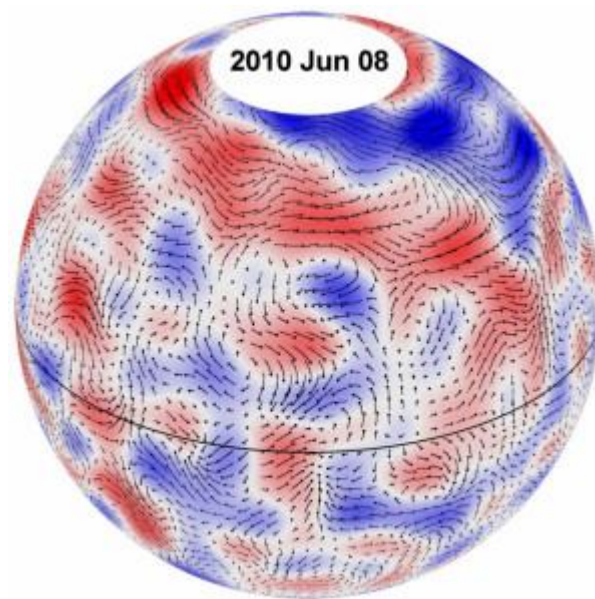
Изначально астрономы рассчитывали найти у звезды газопылевой диск. Это действительно удалось сделать и, согласно представленным в статье ученых данным, диск может простираться примерно на 120 астрономических единиц вокруг HD 106906. Одна астрономическая единица по определению равна радиусу орбиты Земли (150 миллионов километров), а орбита Нептуна, самой дальней планеты Солнечной системы, имеет радиус в 30 астрономических единиц. Пояс Койпера занимает пространство от 30 до 55 астрономических единиц, поэтому диск вокруг HD 106906 можно считать примерно в два с половиной раза больше Солнечной системы. Однако диском система HD 106906 не ограничилась: на снимках исследователи обнаружили объект, который расположен еще дальше, на отметке в 650 астрономических единиц.

Авторы открытия подчеркивают, что планета HD 106906 b интересна тем, что она плохо укладывается в ряд существующих моделей формирования небесных тел. На столь большом расстоянии (оно почти вдвое больше предыдущего рекорда, объекта 1RXS J160929.1-210524) планете с массой около 11 масс Юпитера не из чего сформироваться. Астрономы предположили вначале то, что они приняли за планету случайно попавшую в кадр

звезду, но статистический анализ показал, что при известной плотности звезд такое совпадение маловероятно.

Другое возможное объяснение заключалось в том, что планета выросла из газопылевого диска вблизи звезды и затем была выброшена на дальнюю орбиту за счет взаимодействия системы с каким-то иным объектом. Против этой гипотезы свидетельствовала правильная форма диска: ученые пишут, что вряд ли внешнее воздействие выкинуло бы планету и при этом сохранило диск. Скорее, отмечают исследователи, и звезда, и HD 106906 b возникли из одного облака пыли и газа, хотя ранее полученные данные свидетельствуют о том, что столь большие облака встречаются крайне редко.

Для фотографирования экзопланеты использовалась как космическая, так и наземная обсерватории. В сообщении университета подчеркивается то, что ключевую роль в открытии сыграла адаптивная оптика. Чтобы скорректировать искажения, вносимые атмосферой Земли, форму зеркала телескопа оперативно изменяли. Специальный лазер следил за состоянием атмосферы в направлении обзора и передавал данные компьютерной системе, управляющей формой оптического элемента. (на сайте Планетные системы)



**2013г 5 декабря ученые, работающие с данными Обсерватории солнечной динамики NASA (SDO), доказали существование на поверхности Солнца гигантских спиральных конвекционных вихрей. Исследование опубликовано в Science, кратко о нем пишет Space.com**

Диаметр гигантских спиралей составляет около 100 тысяч километров, а при этом, они, судя по всему, уходят почти на всю глубину конвекционного слоя звезды, то есть на треть ее радиуса. Потoki плазмы способны стабильно существовать на протяжении нескольких месяцев. Вещество движется в них со скоростью порядка 30 километров в час, что значительно меньше, чем скорость движения в других, более мелких вихревых структурах на поверхности Солнца.

Более мелкие элементы структуры на поверхности Солнца, гранулы и супергранулы (супергрануляции), появляются и исчезают значительно чаще. В гранулах, диаметр которых составляет около 1000 километров, плазма движется со скоростями около 11 тысяч километров в час; существуют они не дольше 10-20 минут. Супергранулы могут стабильно существовать до 24 часов, — их диаметр достигает 30 тысяч километров, а вещество вращается в них со скоростью около 1800 километров в час.

Обнаружить новый, гораздо более масштабный, структурный элемент в системе конвекции солнечной плазмы удалось за счет длительных наблюдений, проведенных космической обсерваторией SDO в 2010 году. Существование гигантских вихрей плазмы ученые предсказывали еще 45 лет назад, однако обнаружить их удалось только сейчас.

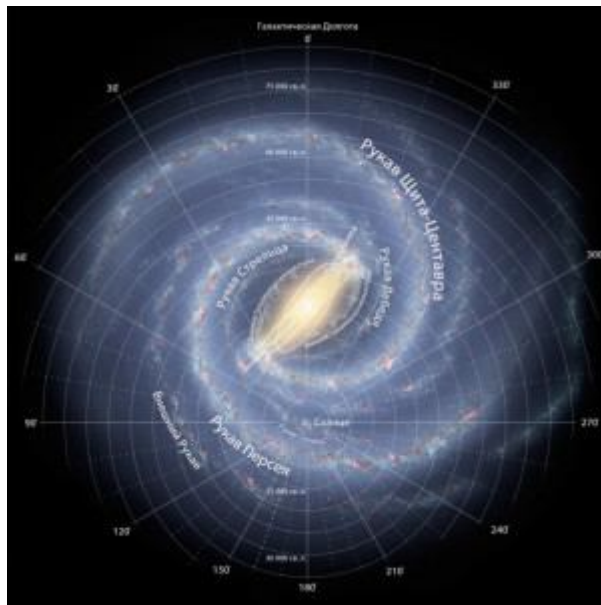
Конвекция солнечной плазмы имеет ту же принципиальную природу, что и конвекция воздуха в атмосфере: нагретые массы вещества поднимаются из горячей внутренней части звезды и охлаждаются на ее поверхности. Из-за вращения Солнца конвекционные потоки начинают закручиваться: по часовой стрелке — в северном, и против — в южном полушарии звезды.



2013г 12 декабря на сайте журнале Science можно прочитать, что астрономы обнаружили на южном полюсе Европы крупные водные гейзеры, изливающиеся из подледного океана этого спутника Юпитера. Открытие удалось совершить благодаря анализу снимков телескопа «Хаббл». На них астрофизики обнаружили необычные облака в районе южного полюса юпитерианского спутника. Спектрометрический анализ показал, что в облаках значительно повышена концентрация водорода и кислорода, а значит они состоят из взвеси водяных капель, которая поднимается вверх в результате работы гейзера. Его высота оценивается в 200 километров, что всего в 8 раз меньше, чем радиус самой Европы.

Снимки, на которых был обнаружен гейзер, получены «Хабблом» в декабре 2012 года. При этом на подобном изображении, снятом в ноябре того же года, облаков водяного пара найдено не было. Так же как и на предыдущих снимках космической обсерватории, начиная с 1999 года. По мнению ученых, с учетом моделирования приливных сил это говорит о том, что гейзеры Европы активны только при максимальном удалении от центра орбиты.

Европа привлекает особое внимание астрономов и астробиологов из-за того, что под ее ледяной поверхностью находится океан с жидкой водой, в которой возможно существование жизни. В пользу этого говорит, например, недавно подтвержденная возможность обмена между планетами материалом с помощью метеоритов. Для исследования поверхности Европы британские ученые разработали зонд-пенетратор, способный проникнуть вглубь ледяного покрова спутника. Недавно на поверхности Европы удалось найти глину — впервые для спутников Юпитера, что также повышает вероятность обнаружить живые организмы. Европейским космическим агентством запланирована миссия JUICE, которая должна отправиться к спутнику в 2022 году.



2013г 18 декабря на сайте Университета Лидса можно прочитать (препринт работы выложен в архиве Корнельского университета) что Млечный Путь все-таки имеет четыре, а не два спиральных рукава, как можно было бы ожидать на основании данных, полученных телескопом Спитцер в 2008 году. К такому выводу пришли ученые из США, Великобритании, Голландии и Германии в результате 12-летнего исследования с помощью космического инфракрасного телескопа MSX (Midcourse Space Experiment). Наличие в Галактике четырех главных рукавов считалось общепринятым с 50-х годов прошлого века.

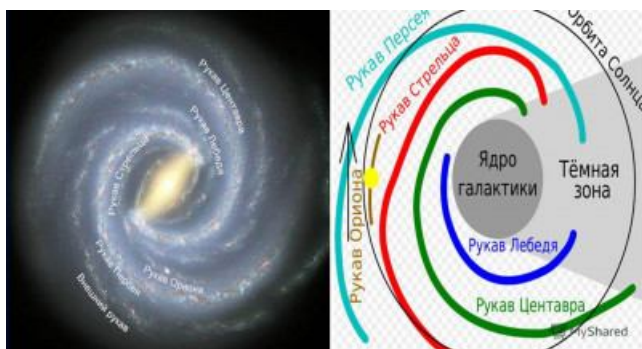
В новом исследовании астрономы наблюдали только за особым типом звезд в Млечном пути - массивными молодыми светилами, время жизни которых составляет около 10 миллионов лет. Из-за короткого времени жизни звезды этого типа не успевают покинуть те галактические рукава пыли, в которых они рождаются. Их картирование, таким образом, дает прямую информацию о положении зон звездообразования в нашей галактике. Проанализировав приблизительно 1750 массивных светил, ученые установили, что рукавов в Млечном пути все-таки четыре, хотя они и очень сильно различаются по массе и «толщине».

В инфракрасных изображениях, полученных ранее телескопом Спитцер, можно было разглядеть только



два крупнейших рукава: рукав Щита-Центавра и Рукав Стрельца. В то время как рукав Лебеда и рукав Персея, обнаруженные еще в 50-х годах прошлого века с помощью радиотелескопов, на инфракрасных снимках отсутствовали. По словам авторов нового исследования, данные Спитцера были зашумлены теми звездами, которые из-за длительного времени жизни успевали поменять место своего обитания. Многие астрономы считают что Галактика имеет, как минимум, 5 спиральных рукавов: рукав Лебеда, рукав Ориона, рукав Персея, рукав Стрельца и рукав Центавра (рисунок)

То или иное количество рукавов пыли и межзвездного газа содержат все спиральные галактики. Солнечная система в Млечном пути находится на небольшом удаленном от центра рукава Ориона, который является ответвлением одного из основных крупных рукавов.



Телескоп MSX, при помощи которого проводилось исследование, был запущен американскими военными в апреле 1996 года. Его основная задача — контроль движения баллистических ракет на маршевом участке траектории. В «свободное время» телескоп применяется для изучения Млечного пути в среднем инфракрасном диапазоне.



2013г 19 декабря университет Калифорнии в Санта-Барбаре приводит подробности, что астрономы из США под руководством Андрея Хауэлла (Andrew Howell), сотрудника Глобальной сети телескопов обсерватории Las Cumbres (LCOGT), обнаружили (обнаружены еще

в 2006 и 2007 годах - астрономы изначально не могли понять, что они из себя представляют) две сверхновые, которые по своей яркости в сто раз превосходят большинство ранее зарегистрированных учеными вспышек и при этом также являются одними из самых удаленных на расстоянии 10 миллиардов световых лет. Очень высокая яркость заставила ученых отнести одну из сверхновых к новому типу - особому подклассу сверхсветящихся сверхновых, в которых нет водорода.

В работе исследователей отмечается, что яркость вспышки SNLS-06D4eu превысила большинство известных сверхновых в десять тысяч раз. Такая аномально высокая яркость указывала на то, что она произошла по ранее неизвестному механизму. Обычно сверхновые - коллапс гигантской звезды в черную дыру или нормальную нейтронную звезду - не может объяснить их чрезвычайную яркость. Ученые предполагают, что SNLS-06D4eu сопровождала рождение магнетара, быстро вращающейся нейтронной звезды с сильным магнитным полем.

Обнаружен как часть SNLS - пятилетней программы, основанной на наблюдениях на телескопе Канада-Франция-Гавайи, Очень Большой телескоп (VLT) и телескопы Близнецы и Кек для изучения тысяч сверхновых - эти две сверхновые изначально не могли быть должным образом не определены и не могут быть определены их точное местоположение. Астрономам потребовались последующие наблюдения слабой галактики-хозяина с помощью VLT в Чили, чтобы определить расстояние и энергию взрывов. Потребовались годы последующей теоретической работы, чтобы выяснить, как можно произвести такую поразительную энергию.

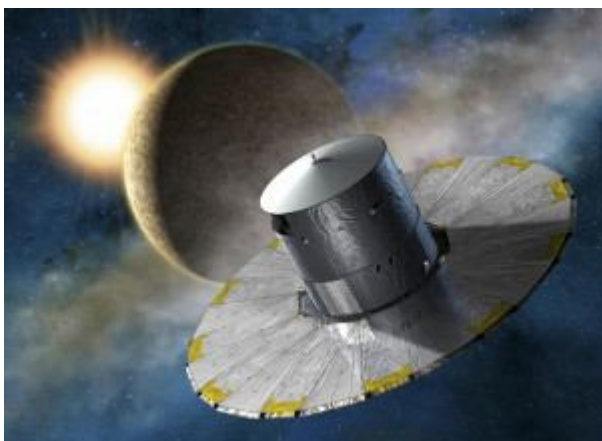
«Это динозавры сверхновых», - сказал Хауэлл. «Они почти вымерли сегодня, но они были более распространены в ранней вселенной. К счастью, мы можем использовать наши телескопы, чтобы оглянуться назад и изучить их ископаемый свет. Мы надеемся найти еще много таких сверхновых в ходе текущих и будущих исследований».

Ранее теоретические расчеты показали принципиальную возможность подобных событий, но, как утверждается в новом сообщении, наблюдать такие процессы не удавалось. Одной из особенностей вспышки является отсутствие в спектре линий, указывающих на присутствие в звезде водорода: это подтверждает то, что к моменту возникновения сверхновой звезда исчерпала запасы наиболее распространенного во Вселенной элемента.

Сверхновыми звездами астрономы называют не какой-то определенный класс небесных тел, а быстропротекающий процесс на финальной стадии жизни звезд. Вспышки сверхновых являются термоядерными взрывами, причем запускающие взрывную реакцию механизмы могут отличаться по своей природе. В общем случае принято считать, что большая масса вещества резко сжимается до критического давления и температуры, но это сжатие может происходить как при слиянии двух звезд, так и при коллапсе звезды, израсходовавшей большую часть термоядерного топлива.

**2013г 19 декабря в 09:12:18 со стартового комплекса ELS Гвианского космического центра (космодром Куру во Французской Гвиане) российской ракетой-носителем "Союз-СТ-Б" на орбиту выведен европейский телескоп "Гайя" (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics, Gaia), преемник проекта Hipparcos. Разработка миссии Gaia заняла 13 лет и обошлась в 740 млн евро.**

Космический телескоп "Гайя" предназначен для высокоточных измерений координат и движения миллиарда звезд нашей Галактики с последующим созданием нового фундаментального звездного каталога и трехмерной карты нашей звездной системы. Это, в частности, позволит проверить гипотезу о том, что Млечный путь возник при слиянии множества мелких галактик.



На борту аппарата установлен фотографический сенсор беспрецедентно высокой разрешающей способности, он может увидеть прядь волос на расстоянии в 700 километров. Приемник излучения, который состоит из 106 ПЗС-матриц с размерами 0,5 метра на 1 метр, дает изображение в 938 миллионов пикселей. Из-за этой матрицы «Гайя» получила прозвище «самой большой цифровой камеры в мире». Планируется, что аппарат составит самую точную трехмерную карту Млечного пути.

Телескоп 8 января 2014 года выведен в точку Лагранжа L2. Параметры орбиты — 263 x 707 x 370 тыс. км, полный оборот по орбите около 180 дней. В последующие четыре месяца аппарат продолжил тестирование и калибровку бортовых приборов. Планируемый срок работы аппарата — пять лет.

**2013г В 2013 году было открыто 188 экзопланет. Общее количество экзопланет превысило 1000. Примечательными за год являются следующие события:**

телескопом Кеплер обнаружена рекордно малая экзопланета Kepler-37 b. По размерам она чуть больше Луны (сообщение от 20.02.2013г);

японскими астрономами получен спектр планеты GJ 3470 b, который позволил определить, что атмосфера планеты прозрачна и лишена облаков (сообщение 28.02.2013г);

астрономы в деталях рассмотрели атмосферу планеты HR 8799 c: она состоит из монооксида углерода, кислорода и водяного пара в виде облаков (сообщение 14.03.2013г);

французскими астрономами получено изображение планеты 2MASS J01033563-5515561(AB)b, обращающейся вокруг двойной звезды 2MASS J01033563-5515561 (сообщение 19.03.2013г); предложен новый способ регистрации небольших экзопланет — с помощью эффекта гравитационного микролинзирования (ранее с его помощью регистрировали только планеты-гиганты) (сообщение 05.04.2013г); с помощью телескопа «Кеплер» были обнаружены самые маленькие планеты, находящиеся в обитаемой зоне (сообщение 19.04.2013г); впервые произведены наблюдения экзопланеты (HD 189733 b) в рентгеновском диапазоне (сообщение 29.07.2013г);



астрономы Массачусетского технологического института обнаружили одну из самых «быстрых» известных планет земной массы, которая делает полный оборот вокруг своей звезды за 8,5 часов. Планета была названа Kepler-78 b (сообщение 18.08.2013г);

было измерено альbedo планеты Kepler-10 b, а также обнаружено, что западное полушарие у неё ярче восточного (сообщение 24.09.2013г);

астрономами впервые обнаружены облака на планете Kepler-7 b (сообщение 30.09.2013г);

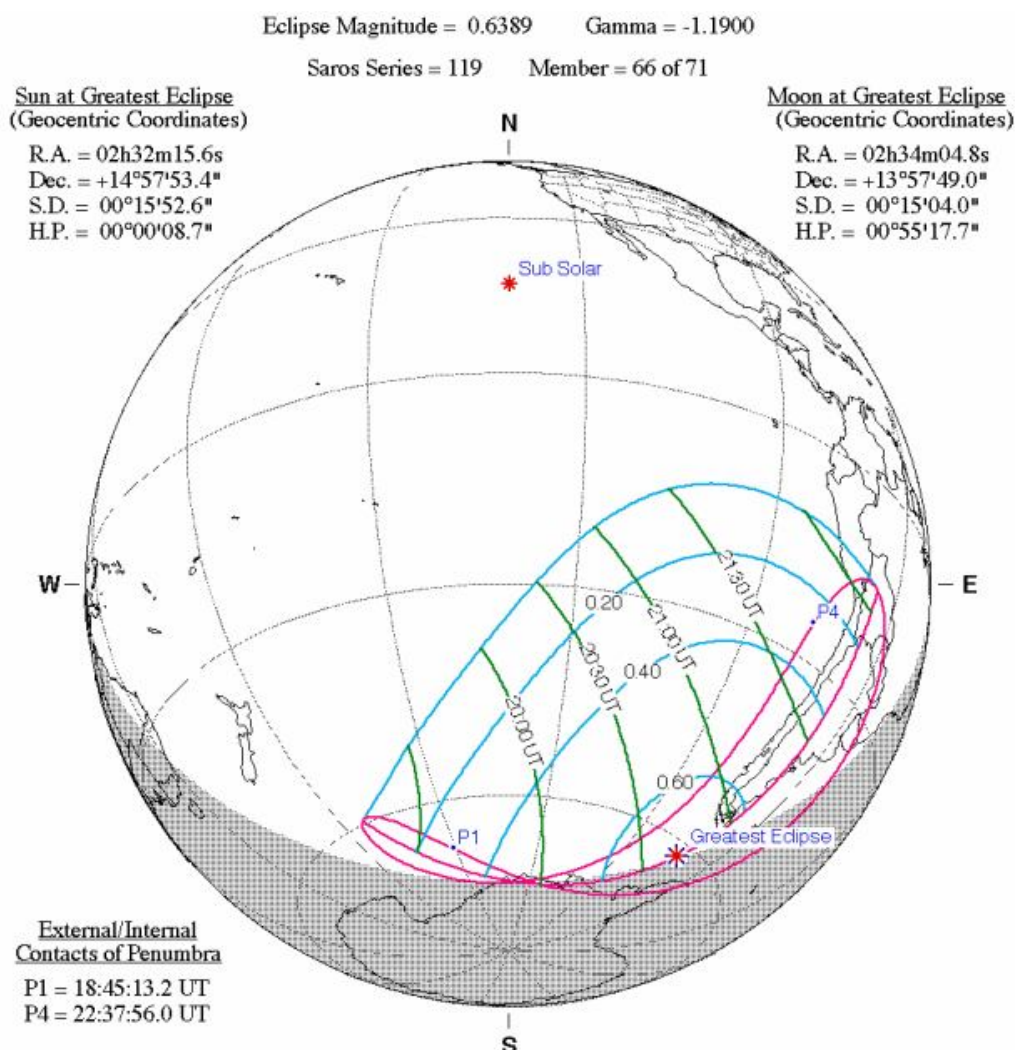
опубликована статья, в которой астрономы предлагают новый способ определения массы экзопланет;

китайские учёные построили модель атмосферы Глизе 581 g и пришли к выводу, что у неё должны быть стабильные климатические условия (сообщение 31.12.2013г).

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



## АПРЕЛЬ - 2022



### Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 апреля - Луна ( $\Phi = 0,0$ ) проходит южнее Меркурия,  
 1 апреля - новолуние,  
 2 апреля - Меркурий в верхнем соединении с Солнцем,  
 3 апреля - покрытие Луной ( $\Phi = 0,06+$ ) Урана при видимости в Южной Америке и Африке,  
 4 апреля - Луна ( $\Phi = 0,11+$ ) в восходящем узле своей орбиты,  
 5 апреля - Марс проходит в 0,5 гр. южнее Сатурна,  
 5 апреля - Луна ( $\Phi = 0,15+$ ) между Гиадами и Плеядами,  
 5 апреля - покрытие Луной ( $\Phi = 0,2+$ ) звезды каппа Тельца (4,2m) при видимости в северных районах страны,  
 7 апреля - покрытие Луной ( $\Phi = 0,35+$ ) звезды 139 Тельца (4,8m) при видимости на большей части страны,

7 апреля - Луна ( $\Phi = 0,36+$ ) в апогее своей орбиты на расстоянии 404439 км от центра Земли,  
 8 апреля - Луна ( $\Phi = 0,41+$ ) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,  
 9 апреля - Луна в фазе первой четверти,  
 10 апреля - Луна ( $\Phi = 0,64+$ ) проходит севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44).  
 12 апреля - покрытие Луной ( $\Phi = 0,79+$ ) звезды эта Льва (3,5m) при видимости в Сибири и на востоке страны,  
 12 апреля - Юпитер проходит в 0,1 гр. к северу от Нептуна,  
 12 апреля - Луна ( $\Phi = 0,8+$ ) проходит севернее Регула,  
 15 апреля - покрытие Луной ( $\Phi = 0,98+$ ) звезды гамма Девы (2,8m) при видимости в восточной половине страны,

16 апреля - Луна ( $\Phi = 1,0$ ) проходит севернее Спика,  
 16 апреля - полнолуние,  
 18 апреля - Меркурий проходит в 2 гр. севернее Урана,  
 18 апреля - Луна ( $\Phi = 0,95$ -) в нисходящем узле своей орбиты,  
 19 апреля - Луна ( $\Phi = 0,89$ -) в перигее своей орбиты на расстоянии 365144 км от центра Земли,  
 19 апреля - Луна ( $\Phi = 0,9$ -) проходит севернее Антареса,  
 21 апреля - Луна ( $\Phi = 0,7$ -) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,  
 22 апреля - максимум действия метеорного потока Лириды ( $ZHR = 18$ )  
 23 апреля - Луна в фазе последней четверти,  
 24 апреля - Луна ( $\Phi = 0,35$ -) проходит южнее Сатурна,  
 26 апреля - Луна ( $\Phi = 0,25$ -) проходит южнее Марса,  
 27 апреля - Луна ( $\Phi = 0,14$ -) проходит южнее Венеры, Юпитера и Нептуна,  
 27 апреля - Венера сближается с Нептуном до 0,5 угловых минут (!),  
 29 апреля - Меркурий в максимальной восточной (вечерней) элонгации 20 градусов,  
 30 апреля - частное солнечное затмение (видимость в Антарктиде и Южной Америке),  
 30 апреля - новолуние,  
 30 апреля - Венера проходит в 0,2 гр. южнее Юпитера,  
 30 апреля - Меркурий и комета PANSTARRS (C/2021 O3) близ рассеянного звездного скопления Плеяды (M45).

**Солнце** движется по созвездию Рыб до 18 апреля, а затем переходит в созвездие Овна. Склонение центрального светила постепенно растёт, 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 апрельскому небу около фазы новолуния в созвездии Кита. Фазу новолуния Луна примет 1 апреля, перейдя в этот же день в созвездие Рыб. Созвездия Овна молодой месяц достигнет 3 апреля при фазе 0,03+. Здесь Луна в этот день пройдет южнее Урана при фазе 0,06+ (покрытие, видимое в Южной Америке и Африке). В созвездии Овна растущий серп пробудет до 4 апреля, а затем вступит в созвездие Тельца при фазе 0,11+. 5 апреля лунный серп будет находиться между Гиадами и Плеядами при фазе около 0,15+, а на следующий день при фазе около 0,2+ пройдет севернее Альдебарана (близ Цереры). 7 апреля ночное светило ( $\Phi = 0,35$ +) перейдет в созвездие Близнецов и пробудет здесь до 9 апреля, приняв в этот день фазу первой четверти. Перейдя в созвездие Рака при фазе 0,56+, Луна пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44) 10 апреля уже при фазе 0,64+. В созвездии Льва ночное светило вступит 11 апреля при фазе 0,71+, где 12 апреля пройдет севернее Регула при фазе 0,8+. Затем яркий лунный диск устремится к созвездию Девы, в которое войдет при фазе 0,92+ 14 апреля. Здесь 16 апреля Луна примет фазу полнолуния (наблюдаясь всю ночь) и продолжит движение по созвездию Девы в направлении Спика, севернее которой пройдет в этот же день. 17 апреля лунный диск ( $\Phi = 0,99$ -) перейдет в созвездие Весов и пробудет здесь до 19 апреля, когда при фазе 0,93- перейдет в созвездие Скорпиона. В этот же день при фазе 0,89- лунный овал перейдет в созвездие Змееносца, наблюдаясь севернее Антареса. Здесь ночное светило пробудет до 20 апреля, когда достигнет созвездия Стрельца при фазе 0,78-. В этом созвездии Луна пробудет до 23 апреля, когда вступит в созвездие Козерога при фазе около 0,54-. В этом созвездии Луна примет фазу последней четверти 23 апреля, а 24 апреля пройдет южнее Сатурна, уменьшив фазу до 0,35-. На следующий день Луна перейдет в созвездие Водолея при фазе 0,32-, где пройдет южнее Марса при фазе около 0,25- 25 апреля. 27 апреля стареющий серп Луны ( $\Phi = 0,14$ -) будет наблюдаться на утреннем небе южнее Венеры, Юпитера, и Нептуна, перейдя в этот же день в созвездие Рыб при фазе 0,12-. 28 апреля Луна ( $\Phi = 0,08$ -) пересечет границу с созвездием Кита и в этот же день снова перейдет в созвездие Рыб уже при фазе 0,04-. 30 апреля самый тонкий лунный серп ( $\Phi = 0,01$ -) достигнет созвездия Овна и закончит здесь путь по апрельскому небу при фазе новолуния. В это новолуние произойдет частное солнечное затмение, которое будет наблюдаться в Антарктиде и Южной Америке.

**Большие планеты Солнечной системы.** Меркурий в начале месяца перемещается по созвездию Рыб в одном направлении с Солнцем. 10 апреля быстрая планета перейдет в созвездие Овна, а 25 апреля - в созвездие Тельца, к концу месяца максимально сближаясь с Плеядами (до 1 градуса). Планета в начале месяца находится на утреннем небе, но после соединения с Солнцем 2 апреля переходит на вечернее небо. Постепенно увеличивая



угловое расстояние от дневного светила, Меркурий 29 апреля достигает максимальной восточной элонгации 20,5 градусов. В этот период продолжительность его видимости на вечернем небе максимальна. Видимый диаметр Меркурия увеличивается за месяц от 5 до 8 секунд дуги. Блеск быстрой планеты уменьшается после соединения с Солнцем от -2,1m до 0m. Фаза Меркурия изменяется от 1,0 до 0,4. Это означает, что при наблюдении в телескоп Меркурий будет иметь вид диска, переходящего в овал, а затем - в серп.

**Венера** движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Козерога, 3 апреля переходя в созвездие Водолея, а 27 апреля - в созвездие Рыб. 27 апреля Венера сблизится с Нептуном до 0,5 угловых минут (!). Планета наблюдается на утреннем небе, уменьшая угловое удаление от Солнца от 46,2 до 42,5 градусов. Видимый диаметр Венеры уменьшается 22" до 17". Фаза Венеры увеличивается от 0,55 до 0,68 при максимальном блеске -4,4m в начале апреля. В телескоп наблюдается яркий полудиск без деталей, переходящий в овал.

**Марс** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Козерога, 11 апреля переходя в созвездие Водолея. Планета имеет утреннюю видимость, которая постепенно улучшается. Блеск Марса составляет около +1m, а видимый диаметр загадочной планеты увеличивается от 5,2 до 5,7 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск практически без деталей.

**Юпитер** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея (14 апреля переходя в созвездие Рыб), постепенно сближаясь с Нептуном до 0,1 градуса 12 апреля. Газовый гигант находится на утреннем небе. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы составляет около 34" 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 в одном направлении с Солнцем по созвездию Козерога. Окольцованную планету можно найти на утреннем небе. Блеск планеты составляет +0,8m при видимом диаметре около 16". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет 13 градусов.

**Уран** (6m, 3,5") перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна близ слабой звезды омикрон Овна (5,7m). Планета находится на вечернем небе, но во второй половине месяца видимость ее заканчивается (соединение с Солнцем 5 мая). Тем не менее, в период видимости Уран может быть найден при помощи бинокля. 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 (лучше около противостояния) на темном чистом небе. Блеск спутников Урана слабее 13m.

**Нептун** (8m, 2,4") имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Водолея (с 1 мая - по созвездию Рыб) левее звезды фи Aqr (4,2m) и близ Юпитера (сближение до 0,1 градуса 12 апреля). Планета находится на утреннем небе, но ее видимость на территории нашей страны далека от благоприятной. Тем не менее, в южных широтах страны Нептун можно будет найти в бинокль с использованием звездных карт [Астрономического календаря на 2022 год](#). Диск планеты 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**, наиболее удобных для наблюдений с территории нашей страны, расчетный блеск около 10m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: PANSTARRS (C/2017 K2) и PANSTARRS (C/2021 O3). Первая при максимальном расчетном блеске около 9m движется по созвездию Орла. Вторая перемещается по созвездиям Кита, Овна и Тельца при максимальном расчетном блеске около 5m. 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 самой яркой будет Веста в созвездии Козерога при блеске 7,7m. Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

**Долгопериодические переменные звезды** месяца. Данные по переменным звездам (даты максимумов и минимумов) можно найти 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 последней четверти, поэтому условия наблюдений Лирид в этом году будут определяться влиянием ночного светила. Подробнее на <http://www.imo.net>.

*Другие сведения об астроявлениях в АК\_2022 - <http://www.astronet.ru/db/msg/1769488>*

**Ясного неба и успешных наблюдений!**

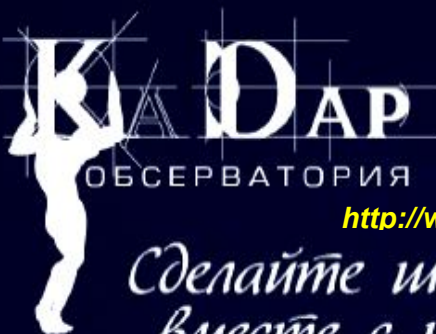
Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php> Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в Календаре наблюдателя № 04 на 2022 год <http://www.astronet.ru/db/news/>

**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 2022 год**

<http://www.astronet.ru/db/msg/1769488>

Главная любительская обсерватория России  
всегда готова предоставить свои телескопы  
любителям астрономии!

# АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца

<http://shvedun.ru>

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

[astro.websib.ru](http://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



## Т Тельца и переменная туманность Хинда



Небосвод 04 - 2022