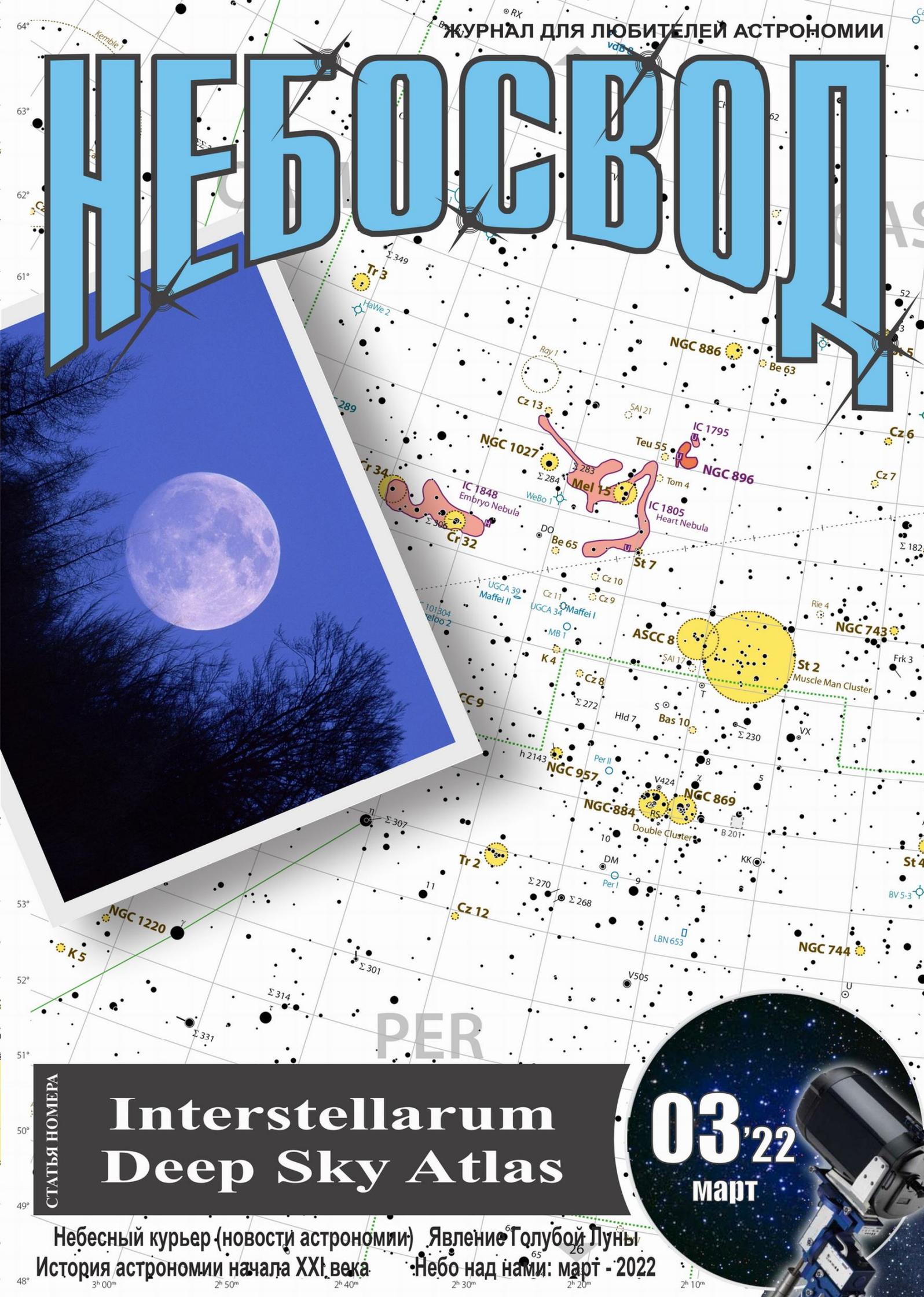


НЕБОСВОДА



PER

СТАТЬИ НОМЕРА

Interstellarum Deep Sky Atlas



03'22
март

Небесный курьер (новости астрономии) Явление Голубой Луны
История астрономии начала XXI века Небо над нами: март - 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



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



<http://astronet.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 марта можно совершать увлекательные путешествия по звездному небу. Виктор Смагин расскажет нам о небесных объектах, видимых в этом месяце. «К кульминации близится Лев с его прекрасными галактиками, не говоря о полчище оных из созвездий Девы и Волос Вероники, поднимающихся на юго-востоке. Галактику NGC 3115 в созвездии Секстанта обнаружил Уильям Гершель. Это произошло в ночь на 23 февраля 1787 г. <Крайне яркая, довольно большая и протяженная, наклонена на 45° с юго-запада на северо-восток. Обладает ярким ядром размером 2' и протяженной ветвью 5' длиной>, - отметил впоследствии астроном. Позволю себе согласиться - NGC 3115 не является трудным объектом даже для моего шестидюймового <Ньютона>, не говоря уж о детищах этого титана телескопостроения - сэра Уильяма. Галактика NGC 3115 - одна из нескольких галактик, называемых в простонародье <Веретеном>, а я бы отметил, что веретенообразная форма становится доступна уже в 150-мм телескопы, а, возможно даже и в меньшие инструменты. Сказав об этом, хочется заметить, что с подачи Хаббла NGC 3115 практически полвека носила звание эллиптической и даже служила наглядным примером эллиптических галактик крайней вытянутости, вытянутее которых и не бывает - класса E7. Между тем, даже я, будучи не самым гениальным школьником, рассматривая фотографию этой галактики в научно-популярных книжках, чувствовал, что не совсем она эллиптическая. <Острые концы> у галактики были действительно острыми, а не скруглились. В защиту великого Хаббла говорит тот факт, что он оперировал снимками, полученными на <небольшом>, полтораметровом телескопе. Снимки же полученные на тогда еще новым пятиметровым Паломарским прояснили ситуацию и NGC 3115 перешла в категорию линзообразных галактик (S0). Согласно новейшим исследованиям, доля светимости галактики, создаваемая плоской составляющей, диском равняется все лишь 6 процентам против 94 процентов, даваемых мощным центральным утолщением.» Полностью статью можно прочитать в [мартовском 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)**
В рамках теории струн получено описание Вселенной с реалистичным значением плотности темной энергии
Андрей Фельдман
- 8 **Явление Голубой Луны**
Светлана Кулькова
- 9 **Сверхрассеянные галактики формируются из обычных под действием лобового обдирания**
Марат Мусин
- 16 **Interstellarum Deep Sky Atlas**
Николай Демин
- 21 **Годиерна: Нунций хрустального века**
Павел Тупицын
- 26 **История астрономии 21 века**
Анатолий Максименко
- 32 **Небо над нами: МАРТ - 2022**
Александр Козловский

Обложка: NGC 3314: когда галактики перекрываются <http://www.astronet.ru/db/apod.html>

Почему близкая галактика не действует как гравитационная линза на дальнюю галактику? Этот эффект существует, однако галактики настолько близки, что угловой сдвиг намного меньше угловых размеров самих галактик. Это изображение NGC 3314, полученное Космическим телескопом им. Хаббла, показывает две большие спиральные галактики, случайно оказавшиеся на одном луче зрения. Более близкая спиральная галактика NGC 3314a видна почти плашмя, хорошо заметен ее похожий на вертушку узор из спиральных рукавов, очерченных яркими звездными скоплениями. На фоне дальней галактики NGC 3314b видны темные закручивающиеся полосы межзвездной пыли, также помогающие проследить спиральную структуру близкой галактики. Обе галактики расположены на краю скопления галактик в Гидре, удаленном от нас на 200 миллионов световых лет. Искажения, вызванные гравитационным линзированием, гораздо проще увидеть, когда галактика-линза меньше и дальше. Тогда изображение далекой галактики может быть так искажено, что представляется кольцом вокруг близкой галактики. Быстрые вспышки, вызываемые гравитационным линзированием на звездах близкой галактики, на мгновение усиливающими свет от звезд далекой галактики, могут оказаться зарегистрированными в будущем при наблюдениях с телескопами, дающими высокое разрешение.

Авторы и права: НАСА, ЕКА, Космический телескоп им. Хаббла; Обработка и авторские права: Уильям Остлинг (Энтузиаст астрономии)
Перевод: Д.Ю. Цветков

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

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

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

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

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

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

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

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

Сверстано 11.02.2022

© Небосвод, 2022

В рамках теории струн получено описание Вселенной с реалистичным значением плотности темной энергии

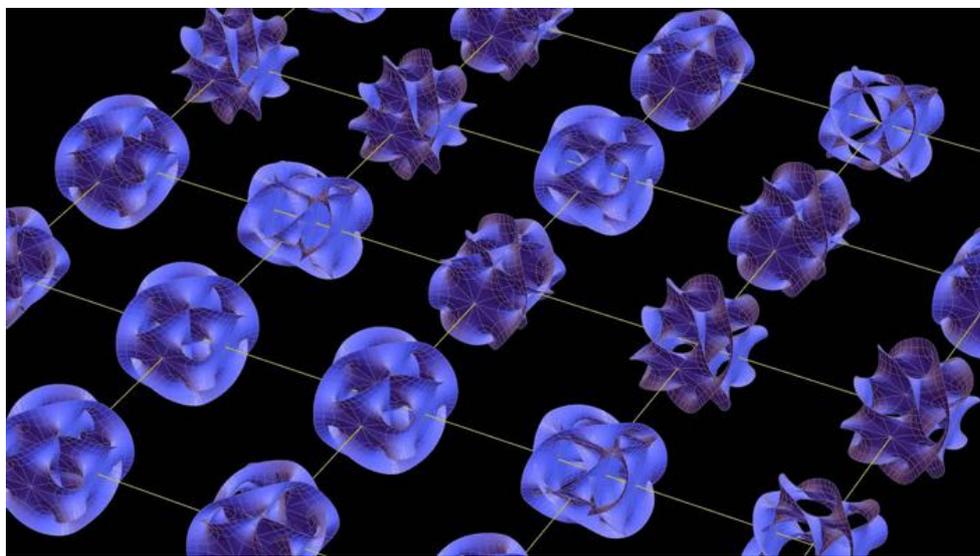


Рис. 1. Согласно теории струн пространство нашей Вселенной десятимерно: помимо привычных ощущаемых нами четырех измерений пространства-времени в каждой точке есть и шесть микроскопических измерений, представленных в виде так называемых многообразий Калаби — Яу. Несмотря на то, что эти дополнительные измерения слишком маленькие и мы не можем их прямо наблюдать, от их формы зависят свойства элементарных частиц и значение плотности темной энергии. На рисунке схематично показано, что в каждой точке пространства «сидит» свое многообразие Калаби — Яу (поскольку рисунок плоский, это всего лишь двухмерные проекции шестимерных объектов). Рисунок с сайта timeone.ca

Одной из главных проблем современной теоретической физики фундаментальных взаимодействий, основанной на Стандартной модели элементарных частиц и Общей теории относительности, описывающей гравитацию, является противоречие между предсказанным значением плотности темной энергии (она же — энергия вакуума) и ее значением, измеренным по скорости расширения Вселенной. Расхождение составляет впечатляющие 10^{123} раз. Соответственно, верное теоретическое предсказание этой плотности является важнейшим требованием к любой теории квантовой гравитации, претендующей на описание всех взаимодействий в рамках единого формализма. Основным кандидатом на роль такой теории в настоящее время является теория струн. Уравнения этой теории имеют огромное количество космологических решений, большая часть которых не похожа на наблюдаемую нами Вселенную. В частности, значение плотности темной энергии в этих решениях обычно существенно превышает наблюдаемое. Но недавно группа физиков нашла решение, которое очень напоминает нашу

Вселенную и имеет очень малое значение плотности темной энергии.

Состав Вселенной

Наше понимание эволюции Вселенной основано на Общей теории относительности (ОТО), предложенной Альбертом Эйнштейном в 1916 году. Это релятивистская теория гравитации: она описывает происходящее в условиях больших скоростей и сильных гравитационных полей, связывая изменение геометрии пространства-времени с энергией и импульсом находящихся в нем материи и излучения, включая и само гравитационное поле (физики говорят «гравитация гравитирует», потому что искривление пространства-времени само по себе имеет энергию и импульс).

Вскоре после предъявления ОТО широкой публики, в 1917 году, сам Эйнштейн привел решение своих уравнений, соответствующее стационарной (неизменной во времени) замкнутой Вселенной, в котором пространство имело форму трехмерной сферы. Первое космологическое решение уравнений ОТО, представляющее собой расширяющуюся со временем Вселенную, было предложено русским физиком, математиком и геофизиком Александром Фридманом в 1922 году. То, что именно такое решение правильно описывает нашу Вселенную, было подтверждено астрономическими наблюдениями американца Эдвина Хаббла в 1929 году.

Расширение Вселенной проявляется в разбегании галактик, если они не связаны друг с другом гравитационно (то есть не входят в состав гравитационно-связанных скоплений). Причем, чем дальше галактики расположены друг от друга, тем с большей скоростью они разбегаются (см. закон Хаббла).

Хаббл установил, что скорость с которой удаляются друг от друга галактики, расположенные на расстоянии a , равна Ha , где коэффициент пропорциональности между скоростью разбегания и расстоянием H — так называемая постоянная Хаббла, равная $2,2 \times 10^{-18} \text{ с}^{-1}$ (впрочем, с определением точного значения этой постоянной связана одна из серьезных проблем в астрофизике: разные измерения дают плохо согласующиеся результаты; подробнее см. в статье Олега Верходанова Есть ли проблемы с согласованием скорости расширения Вселенной?). Например, галактики, находящиеся друг от друга на расстоянии 1 миллиард световых лет, разлетаются со скоростью 24 000 км/с.

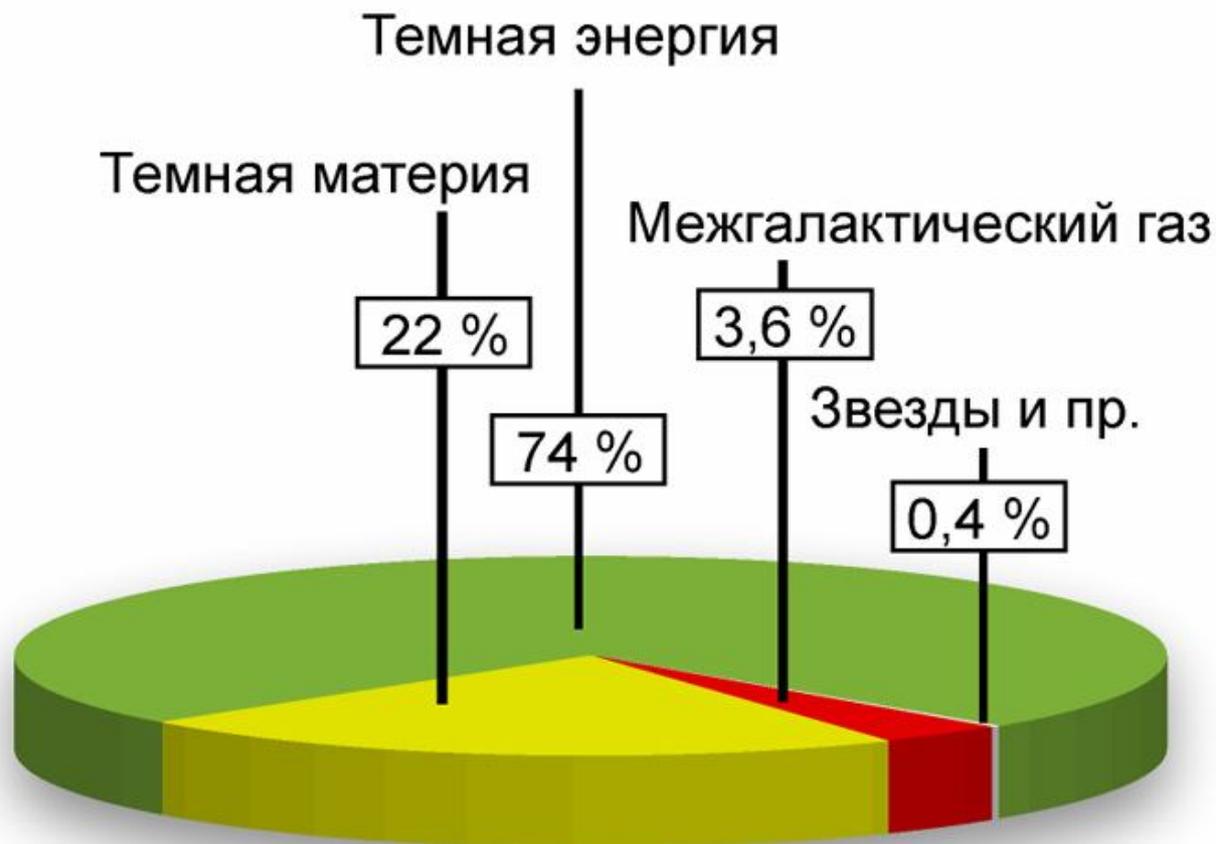


Рис. 2. Энергетический состав Вселенной. Изображение с сайта ru.wikipedia.org

Следующим важным этапом в развитии наших представлений о Вселенной было открытие швейцарско-американским астрономом Фрицем Цвикки несоответствия между измеренными им скоростями движения звезд в галактиках и теми скоростями, которые ожидалось на основании подсчета общей массы наблюдаемого вещества в этих галактиках: наблюдаемого вещества не хватало для обеспечения нужных скоростей. Тогда Цвикки предположил, что должна существовать некая невидимая нами форма материи, которая и дает необходимую для обеспечения нужных скоростей звезд массу галактики. Сейчас это вещество принято называть темной материей (или темным веществом).

Одним из важнейших экспериментальных результатов в космологии стало открытие американскими астрофизиками Арно Пензиасом и Робертом Вильсоном в 1965 году так называемого реликтового излучения. Механизм его возникновения состоит в следующем. Примерно в первые 350 000 лет своего существования Вселенная была достаточно горячей и плотной, чтобы вещество в ней было полностью ионизировано. Фотоны активно взаимодействовали со свободными электронами, и Вселенная была непрозрачной для теплового излучения. Уменьшение температуры и плотности в ходе расширения привело к тому, что произошла рекомбинация: электроны были захвачены ядрами, образовав в результате нейтральные атомы. Вещество стало прозрачным для излучения, активно взаимодействующего только с заряженными объектами, и оно стало свободно распространяться по Вселенной. Именно его мы сейчас и наблюдаем как реликтовое излучение. Теоретически оно было предсказано еще в 1940-х годах американскими физиками Ральфом Альфером

и Георгием Гамовым (см. Джордж и его команда: к 70-летию горячей модели Вселенной, «Элементы», 26.01.2016).

И наконец, последнее большое экспериментальное открытие, завершившее формирование наших нынешних космологических представлений, было совершено в конце 90-х годов XX века: точное измерение расстояний до далеких галактик показало, что Вселенная расширяется с ускорением, и что плотности энергии звезд, межзвездного газа и гипотетической темной материи недостаточно для объяснения этого эффекта. Была выдвинута гипотеза о том, что во Вселенной существует особый вид энергии, приводящей к такому расширению, — так называемая темная энергия. Описать эти наблюдения в рамках ОТО можно, если добавить одно слагаемое, называемое лямбда-членом, в уравнения.

Итого, согласно современной космологической модели, Вселенная состоит из четырех основных компонентов (их вклад в среднюю плотность энергии во Вселенной приведен на рис. 2):

Звезды, планеты и прочие астрономические объекты, которые мы можем наблюдать в телескоп (сюда же относится и всевозможное излучение). Межзвездный газ, большей частью представляющий собой водород (его средняя плотность — около одного атома на один кубический метр межзвездного пространства). Темная материя, состоящая из неизвестных пока частиц, которые не были зарегистрированы ни в каких земных лабораториях (см., например, новость Рекордные по чувствительности эксперименты LUX и PandaX пока не поймали частицы темной материи, «Элементы», 27.07.2016). Как уже упоминалось, существование темной материи было предсказано на основе несоответствия между измеренными

скоростями движения звезд в галактиках и тому, что ожидалось на основании наблюдений за обычной материей в них — обычной материи не хватает для обеспечения нужных скоростей. В пользу существования темной материи есть и космологические аргументы: если бы ее не было, то к настоящему моменту галактики не успели бы сформироваться.

Темная энергия, ответственная за наблюдаемое ускоренное расширение Вселенной. Основным кандидатом на ее роль является энергия вакуума (иногда вместо этого рассматривается возможность введения нового поля, называемого квинтэссенцией, которое очень специфически взаимодействует с другими полями, или же теория гравитации особым образом модифицируется так, что необходимости во введении темной энергии вообще не возникает, но оба этих варианта не слишком популярны среди физиков).

Темная энергия вакуума

Вакуум в квантовой теории поля не является пустотой, а наполнен флуктуирующими полями вещества и излучения. Нетривиальность вакуума проявляется не только в космологии, но и в физике элементарных частиц — благодаря ненулевому значению поля Хиггса в вакууме элементарные частицы получают массу (см. Хиггсовский механизм нарушения электрослабой симметрии), а кварковые и глюонные конденсаты оказывают существенное влияние на наблюдаемое поведение сильновзаимодействующих частиц, называемых адронами. Были вакуумные флуктуации измерены и в лабораторном эксперименте: благодаря флуктуациям электромагнитного поля возникает притягивание двух проводящих пластин, так называемый эффект Казимира. Существование флуктуирующих в вакууме полей приводит к тому, что плотность энергии вакуума не равна нулю.

Наблюдая за темпом расширения Вселенной (то есть изменением геометрии пространства-времени), можно установить общую плотность энергии во Вселенной, а вклад барионного вещества, электромагнитного излучения и темной материи можно извлечь из других наблюдений. Таким образом было установлено, что вклад темной энергии составляет около 74%. (Все числа, указанные на рис. 2, — это оценки вклада в энергетический баланс Вселенной, справедливые для настоящего момента, в прошлом они были другими. Зависимость этих величин от времени можно вычислить, и оказывается, что, например, вклад темной энергии в ранней Вселенной, возраст которой сейчас составляет примерно 13,7 миллиарда лет, был пренебрежимо мал.)

Так называемая проблема темной энергии заключается в том, что оцененное из размерных соображений значение плотности ее энергии оказывается намного больше наблюдаемого. Когда мы принимаем во внимание все известные поля, включая гравитационное, характерным масштабом энергий вакуумных флуктуаций становится так называемая планковская масса M_{Pl} , выражающаяся через фундаментальные физические постоянные так:

$$M_{Pl} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}}$$

Здесь \hbar

\hbar — это постоянная Планка,
 c — скорость света в вакууме,

G — гравитационная постоянная Ньютона.

Тогда из соображений размерности можно ожидать, что плотность энергии вакуума должна примерно удовлетворять равенству

$$\rho_{vac} \approx M_{Pl}^4$$

что больше наблюдаемого значения, которое в привычных нам величинах равно около 10^{-29} грамм на кубический сантиметр, приблизительно в 10^{123} раз! Можно подумать, что экстраполировать наши знания о физике элементарных частиц до планковской массы неправомерно, так как даже в экспериментах на Большом адронном коллайдере (LHC) мы достигаем энергий столкновения частиц «всего лишь» порядка $E_{LHC} = 1$ ТэВ, что меньше массы Планка примерно в 10^{15} раз. Но даже если допустить, что выше этого масштаба физика кардинально меняется и становится совершенно непохожей на то, как мы ее себе представляем, то ожидаемое характерное значение плотности энергии вакуума

$$\rho_{vac} \approx E_{LHC}^4$$

все равно превышает наблюдаемое приблизительно в 10^{60} раз.

Вполне возможно, что для решения этой проблемы недостаточно нашего текущего понимания физики, основанного на квантовополевой Стандартной модели, описывающей элементарные частицы и их электромагнитные, слабые и сильные взаимодействия, и некантовой ОТО, хорошо объясняющей гравитационное взаимодействие на макроскопических масштабах. Вероятно, это является дополнительным указанием на необходимость построения квантовой теории гравитации, объединяющей все взаимодействия, включая гравитационное, в рамках нового единого формализма. Основным кандидатом на роль такой теории в настоящее время является теория струн.

Кругом одни струны

Согласно теории струн, не проверенной, правда, в настоящее время экспериментально, все частицы не являются точечными, а представляют собой микроскопические одномерные объекты. То, что кажется нам различными частицами, в теории струн представляет собой разные колебательные состояния одного и того же объекта — фундаментальной струны.

Изначально теория струн была предложена в 1968 году для описания мезонов — сильновзаимодействующих частиц, состоящих из двух кварков, связанных глюонной «струной», обеспечивающей сильное взаимодействие между кварками. Но в начале 1970-х годов была разработана квантовополевая теория сильных взаимодействий — квантовая хромодинамика, — которая очень хорошо описывала взаимодействие адронов (по крайней мере при высоких энергиях), а кроме того было выяснено, что в теории струн обязательно возникает безмассовая частица со спином (внутренним моментом вращения), равным 2, которой не наблюдалось среди адронов.

Описание сильновзаимодействующих частиц на языке теории струн имело еще два фатальных недостатка: отсутствие среди частиц фермионов (именующих полуцелый спин), которые прекрасно наблюдаются экспериментально (к таким частицам относятся нуклоны — протоны и нейтроны, из которых состоят атомные ядра), а также наличие тахиона — частицы с отрицательным квадратом

массы, которая всегда движется быстрее света, что несовместимо с теорией относительности. Это привело к тому, что теория струн была заброшена многими физиками, занимавшихся теорией поля и элементарными частицами.

Ситуация изменилась в 1984 году, когда на смену теории струн пришла так называемая теория суперструн (с тех пор физики работают только с ней, так что ее стали называть просто теорией струн, что и мы будем делать далее по тексту). Она содержит в своем спектре фермионы и не предсказывает тахиона (приставка «супер» возникла из-за того, что теория суперструн предсказывает существование определенной симметрии между частицами с целым и полуцелым спином — так называемой суперсимметрии). Кроме того, исследователи поняли, что безмассовую частицу со спином 2 нужно интерпретировать как гравитон — частицу, переносящую гравитационные взаимодействия, аналогично фотону, ответственному за электромагнитное взаимодействие. Одним из самых важных свойств теории струн было то, что взаимодействие этой частицы было самосогласованным — все вычисления приводили к конечным результатам, тогда как наивное квантование ОТО приводило к бессмысленным бесконечностям, то есть теория струн представляла собой квантовую теорию гравитации, которую физики пытались построить в течение многих десятилетий.

Одним из интересных свойств теории струн является предсказание размерности пространства-времени из требования математической самосогласованности теории. Эта размерность, правда, оказалась равной не 4, а 10, что на первый взгляд несовместимо с наблюдаемой размерностью пространства. Решением этой неувязки является представление пространства-времени в виде прямого произведения: в каждой точке нашего четырехмерного пространства-времени расположено крошечное шестимерное пространство специального вида, называемое многообразием Калаби — Яу (двухмерные проекции таких пространств изображены на рис. 1).

В качестве простой аналогии для описываемых теоретических построений хорошо подходит обычный прямой круговой цилиндр: его можно представить как совокупность одинаковых окружностей, проведенных в каждой точке данного отрезка (плоскости, в которых лежат окружности, перпендикулярны этому отрезку). Тем самым, цилиндр — это прямое произведение отрезка и окружности. Теперь посмотрим на длинный цилиндр издали — он покажется нам одномерным, поскольку с большого расстояния его «толщина» неразличима. Примерно то же самое происходит и в теории струн — «сидящие» в каждой точке пространства многообразия Калаби — Яу являются такими маленькими, что мы не можем их явно зарегистрировать. Несмотря на это, разные формы многообразий Калаби — Яу, в которых движется колеблющаяся струна, приводят к различным наблюдаемым элементарным частицам и их взаимодействиям.

Проблема теории струн (иногда она называется проблемой струнного ландшафта) заключается в том, что различных многообразий Калаби — Яу существует огромное количество, и большая их часть приводит к совершенно не похожим на нашу четырехмерным Вселенным.

Темная энергия в теории струн

Пару недель назад в архиве электронных препринтов появилась статья, в которой описано многообразие Калаби — Яу (так называемый ориентифолд Калаби — Яу), обеспечивающее очень маленькое значение плотности темной энергии с точки зрения низкоэнергетической четырехмерной Вселенной (эта плотность тоже зависит от формы многообразия Калаби — Яу — как и спектр, и детали взаимодействия частиц).

Как говорилось ранее, пространство Калаби — Яу должно быть очень маленьким, чтобы теория была совместима с наблюдениями, которые, очевидно, дают четырехмерное пространство-время. Рассмотренное в обсуждаемой работе пространство имеет характерный размер $10^4 \ell_{Pl}$, где ℓ_{Pl} — это так называемая планковская длина, связанная с планковской массой формулой

$$\ell_{Pl} = \frac{\hbar}{M_{Pl}c}$$

и равная приблизительно $\ell_{Pl} \approx 1,6 \times 10^{-33}$ см, что примерно на 15 порядков меньше, чем расстояния, которые мы можем «прощупать» в экспериментах (для сравнения, размер атома равен приблизительно 10^{-8} см).

Хотя этот результат очень воодушевляет с точки зрения получения реалистичной космологии из теории струн, низкоэнергетическая четырехмерная физика все же не полностью совпадает с наблюдаемой нами Вселенной. Во-первых, абсолютное значение плотности темной энергии оказывается даже слишком низким — она равна

$$10^{-144} M_{Pl}^4$$

$$\text{а не } 10^{-123} M_{Pl}^4$$

как следует из наблюдений. Во-вторых, получающаяся плотность энергии является отрицательной, а не положительной, как в реальности. А в-третьих, низкоэнергетический спектр частиц все же немного отличается от того, что мы наблюдаем (в отрицательной плотности энергии нет ничего плохого или даже незнакомого: отрицательной является энергия взаимодействия любых притягивающихся тел: например, двух гравитирующих объектов или двух зарядов разных знаков, взаимодействие между которыми определяется законом Кулона).

Авторы этой статьи надеются, что существует похожее по форме пространство Калаби — Яу, которое даст полное совпадение предсказаний теории струн с наблюдаемой нами Вселенной, и что они смогут его найти.

Источник: Mehmet Demirtas, Manki Kim, Liam McAllister, Jakob Moritz, Andres Rios-Tascon. Small Cosmological Constants in *String Theory* // *Preprint arXiv:2107.09064 [hep-th]*.

Андрей Фельдман,
https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5272138/Andrey_Feldman

Явление Голубой Луны



Как часто полнолуние бывает дважды в месяце? Только раз в 2-3 года, и это событие традиционно называют Голубой Луной. Первое полнолуние уже случилось 2 августа, а 31 августа ожидаем второе! Промежуток времени между двумя полнолуниями 29,53 дня, что чуть короче средней продолжительности месяца, поэтому за ~2,7154 года в календаре накапливается дополнительное полнолуние, лишнее раз нам напоминая, что в году может быть 13 Полных Лун, вместо обычных двенадцати. В прошлый раз время Голубой Луны пришлось на октябрь 2020, а следующее случится в августе 2023 года.

Но это не значит, что вы увидите Луну голубой! Она будет выглядеть также, как и в остальные полнолуния года. Это просто красивое образное название, заимствованное от английского выражения "Once in a Blue Moon", что означает "редко, никогда". Бывает однако, что Луна имеет голубоватый оттенок из-за преломления света в микроскопических частицах, выброшенных в атмосферу во время извержений вулканов или от дыма лесных пожаров.

Таблица двух полнолуний, приходящихся на один месяц

(Universal Time)

2001,	Nov 1,	Nov 30
2004,	Jul 2,	Jul 31
2007,	Jun 1,	Jun 30
2009,	Dec 2,	Dec 31
2012,	Aug 2,	Aug 31
2015,	Jul 2,	Jul 31
2018,	Jan 2,	Jan 31 (!)
2018,	Mar 2,	Mar 31 (!)
2020,	Oct 1,	Oct 31
2023,	Aug 1,	Aug 31
2026,	May 1,	May 31
2028,	Dec 2,	Dec 31
2031,	Sep 1,	Sep 30
2034,	Jul 1,	Jul 31
2037,	Jan 2,	Jan 31 (!)
2037,	Mar 2,	Mar 31 (!)
2039,	Oct 2,	Oct 31
2042,	Aug 1,	Aug 31

Распространено заблуждение, что второе полнолуние в одном календарном месяце это и есть "Голубая Луна". Согласно же "Фермерскому альманаху" (а это приоритетный источник, так как он распространял эти фольклорные названия с 1937 года), Blue Moon - это третье полнолуние из четырех в тот сезон, когда на три месяца приходится четыре полнолуния. Заметим, что под сезоном понимается период между солнцестоянием и равноденствием, а не 3 обычных календарных месяца. Отсюда же идет и отсчет названий полнолуний. Важно положение полнолуния к ближайшему моменту смены астрономических сезонов. Например, Урожайная Луна - это всегда ближайшее полнолуние к осеннему равноденствию, за ней следует Охотничья Луна и т.д.

Заметим, что в 2012 году на "летней сезон" (не забываем, что отсчет летнего сезона в "Фермерском альманахе" ведется от летнего солнцестояния - июль, август, сентябрь) приходится 4 полнолуния, но из-за того что четвертое полнолуние находится уже за осенним равноденствием (21 сентября), как бы получается, что этот сезон не содержит "Голубой Луны". Но жесткая привязка Урожайной Луны, быть как можно ближе к дню осеннего равноденствия, видимо вынудил "Альманах" назвать августовское второе полнолуние Blue Moon.

Такой весьма запутанный подсчет лишних полнолуний в "Фермерском альманахе" привели к изменению в определении явления Blue Moon.

В 1943 году в американском научно-популярном астрономическом журнале "Sky & Telescope" ошибочно было растиражировано мнение, что второе полнолуние в месяц и есть "Голубая Луна" со ссылкой на данные, найденные в издании "Фермерского альманаха" 1937 года. А затем много лет спустя в популярной радиопередаче было повторено тоже ошибочное определение, тем самым большинство людей стало считать второе полнолуние в месяце "Голубой Луной". Только в 1999 году журнал Sky & Telescope разъяснил в статье "What's a Blue Moon?" свою ошибку.

Так или иначе, но и два полнолуния в одном месяце бывает не каждый год, поэтому думаем нет ничего страшного, если называть второе - "Голубой Луной" за счет редкости явления. Дополнительное, тринадцатое по счёту полнолуние можно было наблюдать в 2015 (31 июля) и в 2018 году (31 января). Что интересно, в 2018 году было два месяца с "Голубой Луной" - январь и март.

Следующее событие с двумя полнолуниями в двух месяцах года произойдет лишь через полтора десятилетия - в 2037 году.

Источники:

[Farmers' Almanac](#)
[Jurgen Giesen site](#)
[The FAB&PP](#)

Светлана Кулькова, г. Братск

<http://astro-bratsk.ru/materials/37-interesting/304-blue-moon-2012.html>

Формирование сверхрассеянных галактик

Сверхрассеянные галактики формируются из обычных под действием лобового обдирания

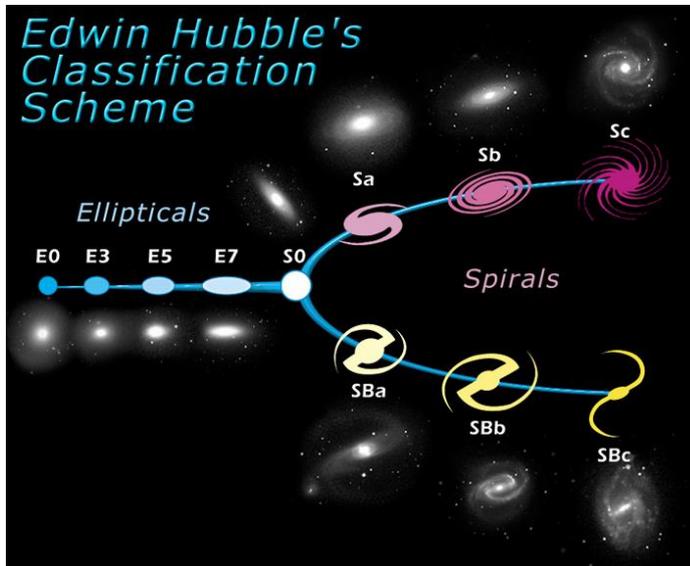


Рис. 1. Камертон Хаббла. Эдвин Хаббл предположил, что галактики появляются в виде сферически симметричных облаков (эллиптические галактики типа E0), а затем из-за имеющегося вращательного момента сплющиваются и вытягиваются, становясь дисковыми (галактики типа S0). Далее они приобретают спирали, которые сходятся либо в центральной точке (верхний рукав), либо в вытянутой перемычке (нижний рукав). Эта эволюционная теория успела безнадежно устареть еще при жизни Хаббла. Рисунок с сайта en.wikipedia.org

Сверхрассеянные галактики были открыты совсем недавно — около 30 лет назад. Это довольно крупные галактики, в которых очень мало звезд: размером они в среднем с наш Млечный Путь, а звезд в них раз в 100 меньше. Из-за этого они тусклые и до недавнего времени их толком невозможно было наблюдать. Современная техника позволяет изучать эти уникальные космические объекты, поэтому сейчас сверхрассеянные галактики привлекают повышенное внимание астрономов. С ростом числа примеров стало понятно, что сверхрассеянные галактики не вписываются в существующие сценарии эволюции галактик: не было ясно, откуда они берутся, и что с ними происходит в дальнейшем. В недавней работе международной группы астрономов, в которую входят и сотрудники ГАИШ им. П. К. Штернберга МГУ, удалось ответить на эти вопросы.

Авторы смогли идентифицировать 16 галактик, которые подходят на роль предков сверхрассеянных галактик и карликовых эллиптических галактик.

Оказалось, что изначально это были обычные галактики, которые попали в галактические скопления. В результате взаимодействия с межгалактической плазмой — так называемого лобового обдирания — они лишились большей части своего газа, то есть остались без материала для формирования новых звезд. Эти наблюдения позволили построить модель, которая полностью описывает жизненный путь сверхрассеянных галактик.

Как-то в одной школе ученики выпустили поросят с нарисованными на спинах номерами 1, 2 и 4. Поймав этих троих, учителя еще долго искали несуществующего поросенка под номером 3. Байка о таком розыгрыше давно бродит по интернету (есть свидетельства, что кто-то пытался претворить его в жизнь). Розыгрыш построен на том, что люди чувствуют подвох, если в последовательности с известным шагом (здесь это ряд натуральных чисел) зияет явная дыра. И естественная реакция — либо найти недостающего поросенка, либо объяснить, почему его нет. Природа тоже иногда «разыгрывает» ученых, подкидывая им такие последовательности с пропавшими звеньями.

Например, астрономы хорошо знают, что звезды не любят летать поодиночке, а обычно собираются в группы (речь, конечно, о больших масштабах расстояний). Традиционно группы из десятков и сотен звезд называются рассеянными скоплениями, группы, в которых число звезд лежит в пределах от нескольких тысяч до нескольких миллионов, называются шаровыми скоплениями, а группы, в которых больше сотни миллионов звезд, — галактиками. Логично спросить: а где же группы с десятками миллионов звезд? (Корректнее, конечно, спрашивать про массу скопления, но сейчас это неважно.)

Длительное время примеров таких групп не было известно и перед астрономами стояла задача — нужно было либо их найти (как того поросенка), либо доказать, что таких групп во Вселенной существовать не может. Она решилась примерно за полвека: активные поиски привели к открытию как более массивных шаровых скоплений (было показано, что в скоплении Омега Центавра не менее десяти миллионов звезд), так и совсем небольших галактик (рекордсмен тут — карликовая галактика Segue 2, в которой всего полмиллиона звезд). В последнее время, кстати, такие галактики открывают и изучают очень активно (про одну из них рассказано в новости В центре ультракомпактной карликовой галактики найдена сверхмассивная черная дыра, «Элементы», 31.08.2018). То есть в данном случае дело было в недостаточной выборке и трудностях наблюдения: сверхмассивные звездные

скопления очень редки, а маломассивные галактики очень тусклы. Провал, разделяющий скопления и галактики, исчез, но возникла новая проблема — как все-таки отличать эти типы объектов. Среди астрофизиков был устроен опрос, а потом вышла и статья о том, что же на самом деле определяет галактику (нужно учитывать множество дополнительных факторов: наличие темной материи, собственных галактик-спутников, неоднократные вспышки звездообразования и т. д.) и где нужно проводить границу между скоплениями и галактиками (D. A. Forbes, P. Kroupa, 2013. What Is a Galaxy? Cast Your Vote Here).

Похожая история и с черными дырами. Известно, что существуют черные дыры с массами до десяти солнечных. Они формируются в результате взрыва массивных звезд в конце их жизни. Существуют и сверхмассивные черные дыры с массами от сотен тысяч солнечных, которые сидят в центре большинства галактик (см. Черная дыра галактики M87: портрет в интерьере, «Элементы», 14.04.2019). Но вот с промежуточными дырами, которые бы заняли собой зияющий провал масс в целых четыре порядка, до сих пор большие проблемы. Рождение отдельных черных дыр промежуточных масс находят гравитационно-волновыми детекторами (см. Зафиксирован гравитационно-волновой след от рождения черной дыры промежуточной массы, «Элементы», 07.09.2020), но вопрос, имеется ли сколько-нибудь значительное количество таких дыр сейчас и существовали ли они когда-нибудь в прошлом, остается открытым (ответ на него очень важен, например, для понимания механизмов формирования сверхмассивных черных дыр в ранней Вселенной).

Еще об одном из недостающих звеньев в непрерывной последовательности характеристик пойдет речь дальше.

Начать нужно с 1920-х годов, когда Эдвин Хаббл, фактически, увеличил для человечества размеры Вселенной в миллионы раз — он доказал, что она не ограничивается нашей Галактикой. Наблюдая за цефеидами в Туманности Андромеды, он определил, что она находится на расстоянии 2,5 млн световых лет от нас, — это слишком далеко, чтобы быть частью Млечного Пути. Значит, это другая галактика, и в ней горят такие же звезды, как и в нашей. Эти наблюдения Хаббл провел еще в 1924 году, но из-за того, что в научной среде у него было много критиков, сообщение об открытии сначала было опубликовано в газете The New York Times. В научном журнале статья появилась лишь в 1929 году (E. P. Hubble, 1929. A spiral nebula as a stellar system, Messier 31).

Вслед за Андромедой были «открыты» десятки других галактик. Оказалось, что астрономы давно видели их, но, не умея определять расстояния, считали эти «размытые облачка» туманностями, принадлежащими Млечному Пути. Чем больше галактик удавалось обнаружить, тем сильнее бросалось в глаза, какими разными они бывают (астрономы говорят о разной морфологии). Конечно

же, интересно было выяснить, сколько вообще есть различных типов и почему галактики такие разные?

Первый шаг в изучении новых объектов (любой природы) — это классификация. Первую классификацию галактик предложил все тот же Эдвин Хаббл, разделив галактики на три типа: эллиптические (похожие на вытянутое яйцо, без внутренних особенностей), спиральные (есть хорошо видимые спиральные рукава, закрученные вокруг центральной части) и линзовидные (промежуточный тип). Он же остроумно предложил свой вариант эволюции: галактики изначально формируются в виде эллиптических облаков, их структура со временем усложняется, появляется плоский галактический диск и в некоторых случаях выделяются спирали, механизм образования которых был тогда еще не ясен.

Довольно скоро стало понятно, что хотя классификация с точки зрения морфологии галактик получилась очень удачной, в ее интерпретации Хаббл не прав. Выяснилось, что в эллиптических галактиках в основном находятся старые звезды, в то время как в спиральных есть много молодых звезд. Значит, эллиптические галактики никак не могли быть предками спиральных. Кроме того, со временем было открыто множество галактик, непохожих ни на спиральные, ни на эллиптические, — их тоже надо было как-то встроить в более общую морфологическую классификацию.

Развитие наблюдательной техники позволило узнать о галактиках много нового: их спектр, излучение в радио- или рентгеновском диапазоне, а в самых близких галактиках — даже увидеть отдельные звезды. Так постепенно линейная теория эволюции, предложенная Хабблом и основанная только на морфологии, сменилась более сложной, в которой галактики взаимодействуют друг с другом, с плазмой, с падающим на них межгалактическим газом и действующим в них самих активным ядрам (подробнее про современные представления об эволюции галактик рассказано в новости Что мы узнали об эволюции галактик за последние 20 лет, «Элементы», 17.08.2018). При этом одномерная классификация уступила место многомерным признакам характеристикам, в которых множество известных галактик более-менее равномерно распределяется по доступным координатам, таким как звездная или полная масса, возраст, размер, металличность, масса и активность сверхмассивной черной дыры, темп звездообразования, цвет, сила эмиссионных линий в спектре, и т. д.

Приведем несколько примеров таких распределений.

На рис. 2 показана «Основная последовательность» звездообразующих галактик, в которой они располагаются в зависимости от своей звездной массы и скорости звездообразования. Линейные зависимости (разные для разных типов галактик) протянулись из нижнего левого угла в правый верхний. Вероятность найти одинокую галактику в пустых углах графика исчезающе мала.

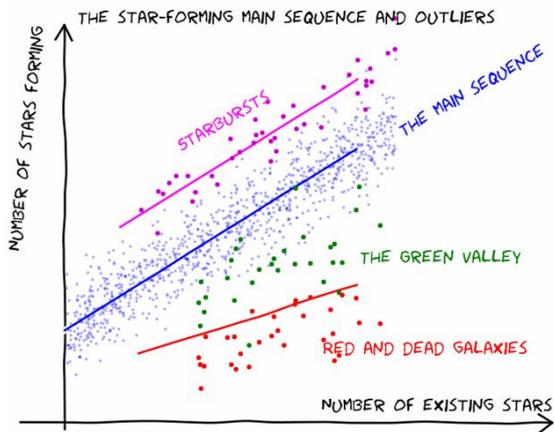


Рис. 2. «Основная последовательность» галактик. По вертикальной оси отложен темп звездообразования, по горизонтальной оси — масса. По своей природе галактики на этом графике делятся на несколько групп: галактики с активным звездообразованием (синие, их больше всего), галактики, в которых новые звезды почти не формируются (красные), галактики, переходящие из стана звездообразующих в лагерь мертвых (зеленые), а также «экстремальные» галактики со взрывным темпом звездообразования (фиолетовые). Для каждой из этих групп имеется непрерывная линейная зависимость (для каждой группы своя) между массой и количеством новых звезд. По мере исчерпания запасов газа галактики переходят из одной группы в другую, спускаясь сверху вниз на графике и обеспечивая непрерывность между группами. Рисунок с сайта candels-collaboration.blogspot.com

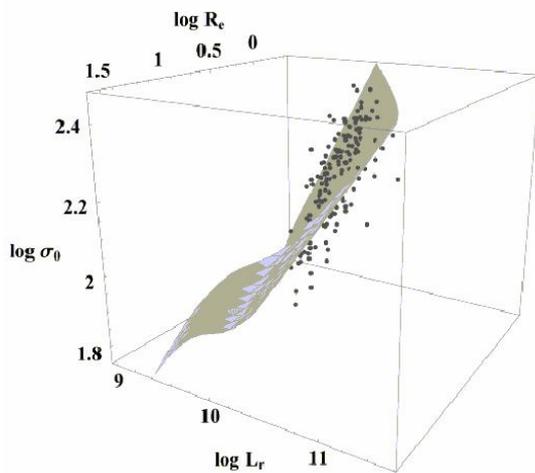


Рис. 3. Компьютерная симуляция фундаментальной плоскости эллиптических галактик. В логарифмических масштабах отложены эффективный радиус (R_e), дисперсия скоростей (σ_0) и средняя поверхностная яркость (L_r). Точками указаны отдельные галактики из симуляции, а поверхность зеленоватого цвета показывает усредненное положение всей фундаментальной плоскости. Рисунок из презентации S. P. Driver. *Galaxy Dynamics (Basic)*

Фундаментальная плоскость эллиптических галактик (рис. 3), связывает уже три параметра: эффективный радиус галактики, ее поверхностную яркость и дисперсию скоростей звезд в ней. Эта

плоскость, опять же, показывает, что существует закономерность: чем галактика больше, тем она ярче и тем хаотичнее движутся звезды в ней. Трудно найти галактику, которая будет лежать далеко от этой плоскости, и наоборот, если вы нашли новую эллиптическую галактику, то скорее всего уже известны сотни других галактик, похожих на нее.

На BPT-диаграмме (BPT diagram), которая названа по первым буквам фамилий предложивших ее астрономов (J. A. Baldwin, M. M. Phillips, R. Terlevich, 1981. Classification parameters for the emission-line spectra of extragalactic objects), галактики распределяются по силе своих эмиссионных линий (рис. 4). Это позволяет отделить «тихие» галактики от галактик с активными ядрами, в которых основной вклад в яркость дает сверхмассивная черная дыра в центре.

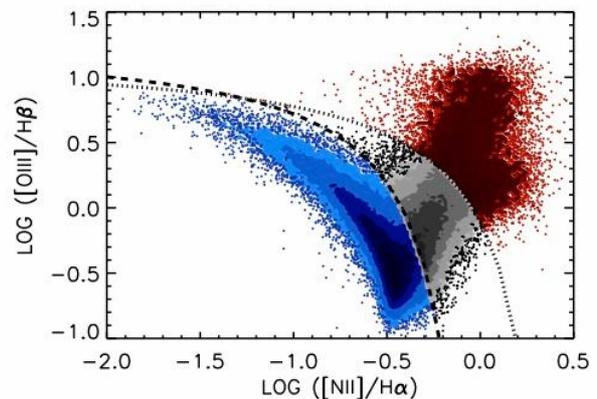


Рис. 4. BPT-диаграмма, позволяющая отделить обыкновенные звездообразующие галактики (голубые точки) от галактик с активными ядрами (красные точки). По вертикальной оси отложено отношение яркости спектральной линии кислорода к водородной линии $H\beta$ серии Бальмера, по горизонтальной оси — отношение намного более редкой линии азота к водородной линии $H\alpha$ серии Бальмера. Серыми точками указаны композитные галактики — в них присутствует активное ядро и формируются новые звезды. Этот серый участок еще раз подчеркивает мысль об условности многих классификаций и непрерывности перехода одних процессов в другие. Рисунок с сайта astrobit.es.org

Все эти разные графики схожи в одном — распределения непрерывны, то есть в них нет совсем уж обособленных областей, в которых сидели бы, как на острове, какие-то совсем уж уникальные галактики. И тут мы возвращаемся к нашим «пороссятам». Если такие «кизгои» будут обнаружены, то каждый занимающийся галактиками астроном захочет сделать две вещи: во-первых, — как-то заполнить ведущий к ним провал (найдя недостающие промежуточные галактики, которые перекинут мостик от одной группы к другой), во-вторых, — понять, как эти галактики туда попали (были ли они с самого начала уникальными и всегда отличались от своих собратьев, либо какие-то процессы сильно изменили их на ранней стадии, выкинув их на обочину области параметров).

Сверхрассеянные галактики (ultra diffuse galaxy, UDG) были именно такими «изгоями». Только недавно удалось пролить свет на их историю и связать UDG с обычными галактиками. Сверхрассеянные галактики обнаружили всего 30 лет назад. Это довольно крупные галактики размером с наш Млечный Путь, но в них в сто раз меньше звезд. Хотя сейчас таких галактик известно несколько сотен, их «генеалогия» изучена очень плохо — они не вписываются в достаточно стройную картину галактической эволюции. Их изучением занимаются в том числе астрономы ГАИШ МГУ (см. В центре ультракомпактной карликовой галактики найдена сверхмассивная черная дыра, «Элементы», 31.08.2018).

Следует отметить, что совершенствование телескопов и техники наблюдений в последние десятилетия привело к открытию совершенно новых типов галактик, которые раньше были либо вообще невидимы (вроде UDG), либо их полные размеры были неправильно измерены (например, гигантские галактики низкой поверхностной яркости, по своим размерам и массе значительно превосходящие Млечный Путь, см. Гигантские галактики низкой яркости формируются за счет вещества своих компаньонов?, «Элементы», 21.04.2021). Это еще раз говорит о важности построения общей эволюционной картины для галактик.

Несмотря на всё разнообразие красивых названий типов галактик, часть из которых использована в этой статье (сверхрассеянные, эллиптические, карликовые эллиптические, галактики-медузы, дисковые, линзовидные), а еще большая часть не использована (сейфертовские, лаймановского скачка, карликовые сфероидальные, квазары, блазары, с противовращением, с полярным кольцом, неправильные и т. д.), нужно помнить, что все эти названия зачастую условны. Появлялись они во многом в силу исторических причин по мере открытия и нужны ученым для того, чтобы разобраться в непрерывном «пространстве» галактик, где один класс плавно перетекает в другой, а некоторые галактики даже могут принадлежать к нескольким типам одновременно.

Предполагалось, что UDG — это «неудавшиеся» галактики, которые начали формироваться в областях повышенной концентрации темной материи (по современному представлению так формируются все галактики), но быстро растеряли весь газ. Если сильно упростить, то можно сказать, что зарождающаяся галактика состоит из двух компонентов — темной материи и газа, причем темная материя отвечает за размеры будущей галактики, а газ отвечает за количество звезд в ней. Такое предположение в первом приближении объясняло появление сверхрассеянных галактик, хотя никто не мог точно ответить на важный вопрос: а куда, собственно, делся газ?

Выдвигались разные гипотезы, основанные на механизмах, уже наблюдавшихся в других галактиках. Отсутствие больших запасов газа в UDG пытались объяснить и приливными

гравитационными взаимодействиями между пролетающими парами галактик (J. E. Gunn, J. R. Gott III, 1972. On the Infall of Matter Into Clusters of Galaxies and Some Effects on Their Evolution), и при помощи звездных ветров, порожденных многочисленными вспышками сверхновых внутри галактики, которые вывели весь газ наружу (A. Dekel, J. Silk, 1986. The Origin of Dwarf Galaxies, Cold Dark Matter, and Biased Galaxy Formation), и через обдирание холодного газа горячей межгалактической плазмой, заполняющей пространство в скоплениях галактик (B. Moore et al., 1996. Galaxy harassment and the evolution of clusters of galaxies).

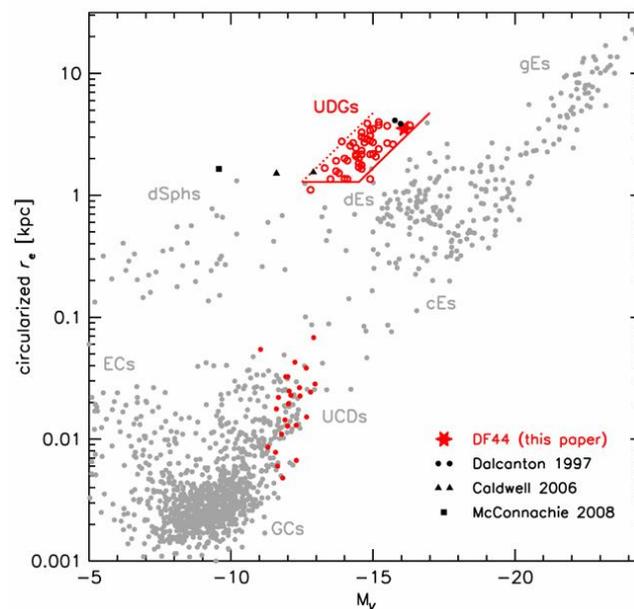


Рис. 5. Зависимость характерных размеров галактик и звездных скоплений от абсолютной звездной величины. Этот график взят из статьи, в которой было заявлено об открытии нового класса объектов — тех самых сверхрассеянных галактик (P. van Dokkum et al., 2015. Spectroscopic Confirmation of the Existence of Large, Diffuse Galaxies in the Coma Cluster). Серыми точками внизу слева обозначены известные звездные скопления (GCs и ECs), в центре иверху справа — различные классы карликовых галактик, а также гигантские эллиптические галактики (gEs). Красные точки вверху — это как раз сверхрассеянные галактики, которые было предложено выделить в отдельный класс из-за их уникальных характеристик. Кажется, что эти галактики не сильно отличаются от своих серых соседей, но у этого графика логарифмические шкалы, то есть при одной и той же яркости UDG-галактики в среднем в десять раз больше, чем, например, карликовые эллиптические галактики, расположенные на графике сразу под ними

Ни один из этих процессов не наблюдался в UDG-галактиках напрямую, так что гипотезы оставались гипотезами, а сверхрассеянные галактики — загадочными галактиками. Однако была важная зацепка — подавляющее большинство сверхрассеянных галактик находятся не в изоляции, а принадлежат тому или иному скоплению галактик.

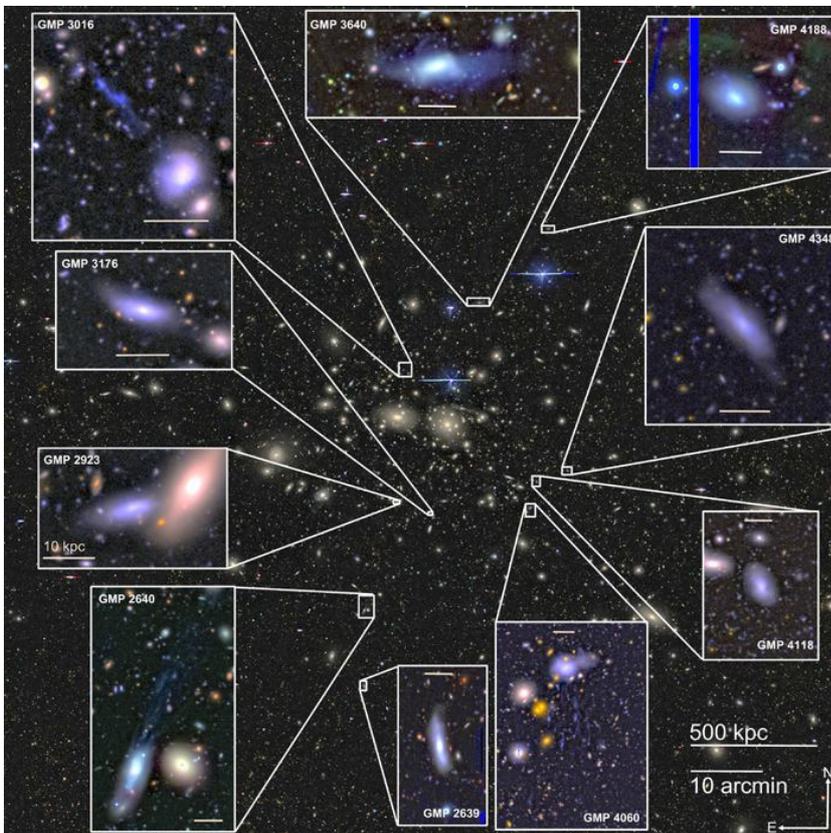


Рис. 6. Галактики в скоплении Волос Вероники, выбранные для исследования. Их голубой цвет говорит об изобилии молодых звезд. Масштабный отрезок в каждой врезке соответствует расстоянию 10 килопарсек, это немного больше 30 000 световых лет (для сравнения — диаметр Млечного Пути составляет ~100 000 световых лет). Рисунок из обсуждаемой статьи в *Nature Astronomy*

Наблюдательное исследование объектов в астрономии традиционно идет двумя путями: надо либо искать новые подобные объекты, либо более детально исследовать уже имеющиеся. И то, и другое в случае с UDG крайне затруднительно, ведь их поверхностная яркость (для протяженных объектов используется именно такая величина — это звездная величина, деленная на угловую площадь) меньше яркости ночного неба и поэтому изучение таких галактик требует долгих наблюдений на мощных телескопах, специальных алгоритмов обработки изображений и, конечно, некоторой удачи. Альтернативным и более многообещающим подходом кажется поиск потенциальных предков сверхрассеянных галактик. Но чтобы этот подход сработал, нужно, во-первых, научно обосновать, какие именно галактики следует считать предками, а во-вторых, эти предки должны легче обнаруживаться.

Именно этим путем пошла международная группа астрономов, куда в том числе входят сотрудники ГАИШ им. П. К. Штернберга Игорь Чилингарян, Антон Афанасьев, Иван Катков и Кирилл Гришин (студент на момент подачи статьи в журнал, он указан первым автором, то есть внес определяющий вклад в работу). Используя архивные данные оптического обзора SDSS, ученые нашли 11

галактик в скоплениях Волос Вероники и Abell 2147, сходных по размерам и поверхностной яркости с UDG, но с важным отличием: хотя в них и не было активного звездообразования, голубые цвета этих галактик свидетельствуют о большом количестве молодых, только недавно появившихся звезд. Значит звездообразование в этих 11 галактиках только закончилось.

Возникла гипотеза, что впервые удалось наблюдать предков UDG-галактик, и ее следовало проверить. Важная особенность, облегчившая работу: молодые звезды обычно яркие, а значит эти галактики проще наблюдать: на получение изображений сравнимого качества для галактики из выборки телескоп потратит примерно в 10 раз меньше времени по сравнению с классической UDG.

Первичный анализ данных показал, что у большинства из этих 11 галактик есть еще одна общая деталь. Летя сквозь скопление галактик, они оставляют за собой протяженный хвост, в котором как раз идет активное звездообразование. Такие «хвостатые» галактики были известны давно, для них даже придумали особое название: «галактики-медузы» (jellyfish galaxy).



Рис. 7. Инфракрасный снимок галактики-медузы, с которой горячая межгалактическая плазма срывает часть газа. В этом газовом хвосте, остающимся за галактикой, начинается активное звездообразование (оранжевые узелки под диском галактики). Изображение с сайта eso.org

Собрав все имеющиеся данные с разных телескопов — наземных и оптических, — которые наблюдали выбранные галактики, группа получила звездные величины каждой из них примерно в 10 различных фильтрах (от ближнего ультрафиолетового до ближнего инфракрасного диапазона). Этого в принципе достаточно, чтобы прикинуть массу, возраст и динамику движения звезд в галактиках. Но для такой небольшой выборки настолько удаленных галактик (скопление Abell 2147 находится от нас в

330 млн св. лет, а скопление Волос Вероники — в 490 млн св. лет) хочется иметь более надежные сведения, поэтому часть галактик наблюдали на спектрографах, установленных на 6,5-метровом телескопе обсерватории ММТ (Аризона, США) и 8-метровом телескопе Gemini North (Гавайи, США). Кроме того, авторам улыбнулась удача и они нашли в этих двух скоплениях еще пять галактик с похожими хвостами, которые также были добавлены в выборку. Эти пять галактик были слишком тусклыми, чтобы попасть в обзор SDSS, но авторы постарались использовать все доступные на сегодняшний день базы данных.

Сравнивая цвета (напомню, что речь не только про оптический диапазон, но и про ИК- и УФ-цвета) всех шестнадцати галактик, составляющих полную выборку, астрономы смогли во многом воссоздать их историю. Почти во всех галактиках звезды явно делятся на две группы: старые красные, сопоставимые по возрасту с самой галактикой, и новые голубые, появившиеся в результате мощной вспышки звездообразования. В каждой галактике вспышка как началась, так и закончилась очень резко, что говорит о каком-то едином событии, затронувшем всю галактику. Именно в этот короткий период (по астрономическим меркам) в них появилось в среднем около 30% всех звезд, на что ушло больше 60% свободного газа. Это лишило галактики большей части строительного материала для новых звезд (образование звезд — крайне неэффективный процесс в том смысле, что далеко не весь газ собирается в звезды, поэтому удаление половины газа из галактики может остановить этот процесс в принципе). Скорости движения звезд в этих галактиках свидетельствуют о высокой доле (от 70% до 95%) темной материи в их массе. Это больше обычной доли темной материи в галактиках, то есть они правда «задумывались» как полноценные галактики.

Что еще стало известно об их прошлом? Прекращение звездообразования скорее всего связано с лобовым давлением (см. Ram pressure, также используется термин «лобовое обдирание»). Суть этого эффекта такова. Когда молодая галактика влетает в скопление, часть газа в ней, сталкиваясь с межгалактической плазмой, уплотняется и сильно перемешивается. Это запускает мощную, но короткую вспышку звездообразования, а часть газа выметается, формируя тянущийся за галактикой хвост. Важен и угол, под которым галактика влетает в скопление: при движении прямо к его центру лобовое сопротивление плазмы очень сильно, газ выметается из галактики быстро и в итоге запускается лишь незначительное звездообразование и почти не формируется хвост. Такие галактики должны быть еще тусклее обычных UDG, что делает совсем призрачными шансы на их обнаружение нынешним поколением телескопов. Авторам удалось даже измерить градиент (плавное изменение) времени прекращения звездообразования в дисках галактик из выборки — он совпадал с направлением движения галактики в скоплении. То есть та сторона галактики, которая первой влетела в скопление и подверглась лобовому

обдиранию, в среднем содержит более старые звезды, чем другая сторона.

А что можно сказать про будущее этих галактик? Используя численное моделирование, можно предсказать их судьбу. Астрономия хорошо разбирается в том, как эволюционирует звезда известной массы: более-менее надежно известны почти все ее характеристики от времени, которое требуется на формирование и запуск ядерной реакции в ядре, до цвета и размера на финальной стадии эволюции. Таким образом, если известны возраст и масса всех звезд в галактике, то можно построить точную модель, которая позволит взглянуть на галактику через год, миллион, миллиард и даже 10 миллиардов лет. Понятно, что даже в карликовой галактике около миллиарда звезд и каждую измерить невозможно, но данных, собранных авторами, оказалось достаточно, чтобы с неплохой точностью смоделировать будущее галактик из выборки.

Получилось, что в случае пассивной эволюции (догорание уже существующих звезд без образования новых и без столкновений с другими галактиками) за следующие 10 миллиардов лет часть темной материи будет утеряна при взаимодействии с более массивными галактиками скопления. А это раздует наши галактики на 25%. Произойдет это из-за того, что свойства темной материи отличаются от привычной нам барионной материи: гало темной материи одновременно и простирается дальше самых удаленных звезд галактики, и сильнее сконцентрировано в ее центре. Говоря научным языком, гравитационный потенциал у темной материи более крутой чем у барионной. При этом темная материя своим тяготением увлекает за собой звезды, которые тоже сильнее концентрируются ближе к ядру галактики. Но если темной материи становится меньше, то гравитационный потенциал галактики выполаживается и звездам становится проще расползаться к ее окраинам. В результате звездная масса не изменяется, а поверхностная яркость падает. Также уменьшается дисперсия скоростей и даже звездная металличность (то есть процентное содержание элементов тяжелее водорода в звездах). Последнее выглядит контринтуитивно, но если сейчас большой вклад в общую металличность вносят появившиеся во время последней вспышки звездообразования молодые массивные звезды, то через 10 миллиардов лет от них не останется и следа и металличность будет в основном определяться старыми небольшими звездами с низкой металличностью, которые появились вместе с самой галактикой и для которых какие-то 10 миллиардов лет — не срок.

Если представить это изменение параметров галактик на графиках в классических координатах (например, описывающих закон Фабера — Джексона, рис. 8, слева), то будет видно, что эволюция со временем приведет семь из первичной выборки в 11 галактик в ту область, которую сейчас занимают UDG, а оставшиеся четыре — в область чуть более массивных и ярких карликовых эллиптических галактик.

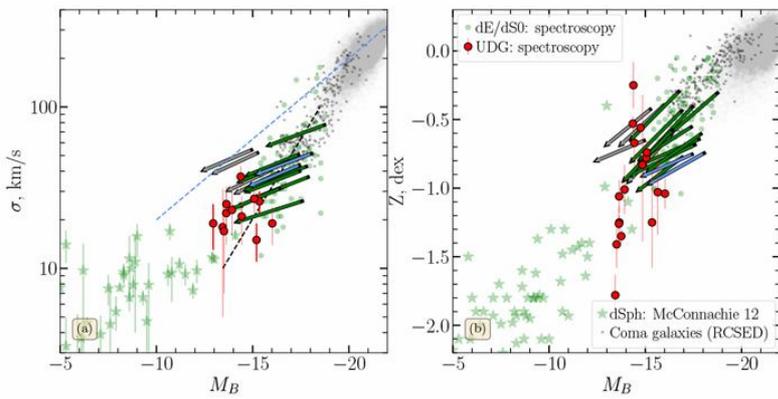


Рис. 8. Слева — соотношение дисперсии скоростей и светимости (соотношение Фабера — Джексона). Справа — соотношение «металличность — светимость». Согласно модели, построенной авторами обсуждаемой статьи, галактики из выборки будут эволюционировать из области обычных маломассивных галактик (серое облако в правом верхнем углу) в сторону карликовых эллиптических (зеленые звездочки) и сверхрассеянных галактик (красные точки), где и останутся, не достигнув области еще более экстремальных карликовых сфероидальных галактик. Начало каждой стрелки показывает текущее положение галактики, конец — ее положение через 10 миллиардов лет. Рисунок из обсуждаемой статьи в *Nature Astronomy*

Примечательный (и ни в коем случае не побочный) результат работы состоит в том, что и карликовые эллиптические галактики (dE), чья «генеалогия» тоже была не до конца ясна, вписались в общий эволюционный сценарий. Сама идея связи UDG- и dE-галактик не нова (C. J. Conselice, 2018. Ultra Diffuse Galaxies are a Subset of Cluster Dwarf Elliptical/Spheroidal Galaxies), но именно в обсуждаемой статье гипотеза была подтверждена наблюдательно. К какому конкретному типу станут принадлежать галактики, захваченные гравитацией скопления, зависит от их первоначальной массы: те, что полегче, станут UDG, те, что чуть массивнее — карликовыми эллиптическими.

Благодаря обсуждаемой работе мы теперь можем реконструировать весь жизненный цикл UDG-галактики (рис. 9). Она должна была появиться вне какого-либо скопления как обычная карликовая или просто маломассивная дисковая галактика (таких очень много) с неторопливым, достаточно постоянным темпом звездообразования (скажем, 10 звезд в год), которая под действием гравитации была притянута в скопление. При этом часть ее галактического газа уносится прочь лобовым обдиранием (из которого образуется галактический хвост, делающий галактику похожей на медузу), а часть под действием этого же обдирания начинает уплотняться и собираться в протозвезды, запуская вторую, самую мощную и последнюю вспышку звездообразования (до сотни новых звезд в год). Эта галактика имеет высокую тангенциальную скорость, то есть никогда не попадет в центр скопления, где ее могут разрушить приливные силы.

Со временем, когда галактика пройдет через все промежуточные стадии, какие-либо особенности ее морфологии (спирали, перемычки), если изначально и были, исчезнут, а новые звезды, если и будут формироваться, то намного реже, чем даже в Млечном Пути (сейчас в нашей Галактике формируется в среднем одна звезда в год). В результате галактика потускнеет и «распухнет», то есть ее звезды будут меньше концентрироваться в центре и разползутся по окраинам, где и продолжат неторопливо доживать свою жизнь. А ее самую астрономы с далекой планеты отнесут к редкому для них типу сверхрассеянных галактик.

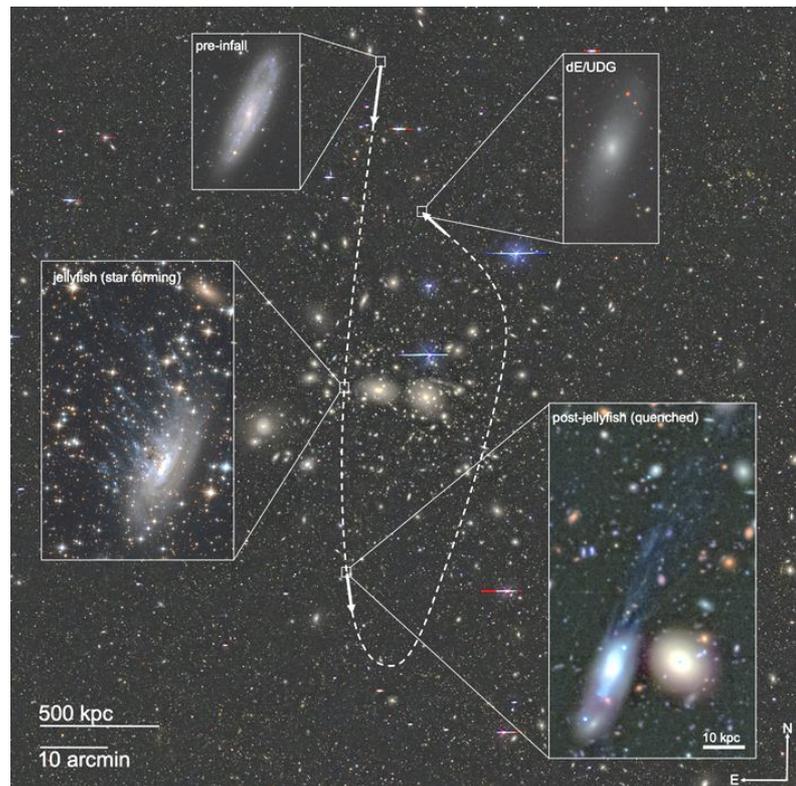


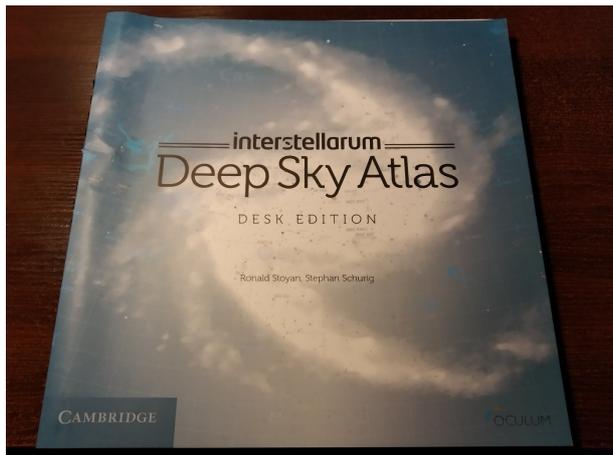
Рис. 9. Пунктирной линией показан вероятный сценарий формирования сверхрассеянной галактики: маломассивная дисковая галактика попадает в гравитационное поле скопления галактик. Лобовое давление выметает часть газа, запуская звездообразование как в диске, так и в появившемся «хвосте». По мере исчерпания запасов газа звездообразование затухает, хотя новые звезды еще горят, окрашивая галактику в голубой цвет (галактики именно на такой стадии своей жизни были исследованы в обсуждаемой работе). На последнем, самом продолжительном и бессобытийном этапе галактика теряет свои морфологические особенности, потихоньку тускнеет и становится типичной сверхрассеянной галактикой. Рисунок с сайта msu.ru

Источник: Kirill A. Grishin, Igor V. Chilingarian, Anton V. Afanasiev, Daniel Fabricant, Ivan Yu. Katkov, Sean Moran & Masafumi Yagi. Transforming gas-rich low-mass disk galaxies into ultra-diffuse galaxies by ram pressure // *Nature Astronomy*. 2021. DOI: 10.1038/s41550-021-01470-5.

Марат Мусин,
https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5271928/Marat_Musin

Interstellarum Deep Sky Atlas

Здравствуйтесь, уважаемые читатели! Думаю, пришло время продолжить нашу традиционную рубрику, посвященную обзору астрономической литературы (см. выпуски журнала «Небосвод» №6 2020, №8 2020, №6 2021 и №7 2021). На этот раз я хотел бы представить вашему вниманию одну из лучших книг для любителя визуальных наблюдений небесных тел - Interstellarum Deep Sky Atlas.

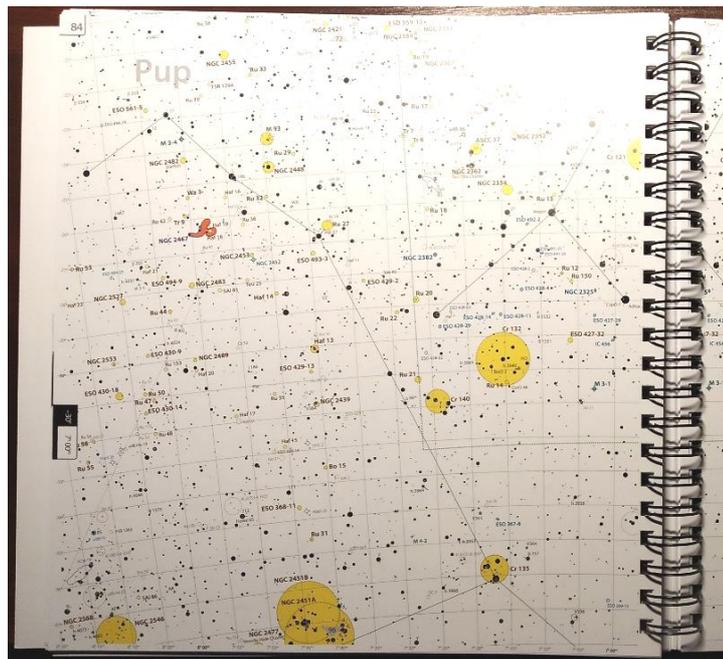


Очевидно, что перед любым астрономом – практиком возникает вопрос выбора объектов для просмотра в очередную наблюдательную сессию. Большую пользу в решении этой задачи оказывают программы – планетарии (Stellarium, Cartes du Ciel, RedShift, SkySafari и им подобные), позволяющие в режиме реального времени получать изображение неба и выявлять на нём объекты, доступные и интересные для наблюдения. Преимущества таких программ широко известны – это и возможность сгенерировать изображение небесной сферы для любого места и времени года, это и наличие подключаемых каталогов, делающих доступными для отображения объекты чуть ли не до 20 звёздной величины, это и широкая доступность – некоторые из подобных программ бесплатны. Но имеются у таких электронных помощников и недостатки, самыми существенными из которых можно назвать энергозависимость и чувствительность к неблагоприятным условиям окружающей среды (например, низкой температуре или высокой влажности). Поэтому не стоит забывать про альтернативный источник информации о небе – бумажные карты и атласы звёздного неба.

Современному любителю астрономии доступны звёздные атласы самого разного вида – от компактного Pocket Sky Atlas до большого TriAtlas или даже огромного The Pretty Deep Maps Astronomical Atlas. Сразу стоит отметить, что не все атласы звёздного неба одинаковы по своей философии – у каждого есть особенности, свои достоинства и недостатки. Давайте приглядимся

подробнее к предмету нашего сегодняшнего обсуждения - Interstellarum Deep Sky Atlas.

Сначала скажу пару слов про сам атлас – первоначально атлас был издан на немецком языке в 2013 году издательством Oculum и практически сразу вызвал широкий интерес любителей астрономии не только в Германии, но и в США и странах Европы. В 2014 году был переведён на английский язык и отпечатан издательством Cambridge University Press. В качестве авторов указаны Ronald Stoyan и Stephan Schurig – известные наблюдатели с многолетним опытом и, по совместительству, члены редакции журнала «Interstellarum». Атлас состоит из 114 основных карт звёздного неба на 226 страницах (112 карт на разворотах страниц + 2 карты полярных областей на одиночных страницах), 29 дополнительных детальных карт избранных участков и 6 ключевых карт, предназначенных для удобства поиска нужной области неба. Атлас имеет увеличенный формат (28 см x 28 см), превышающий традиционный лист A4, масштаб карт составляет 15 мм на 1 градус.

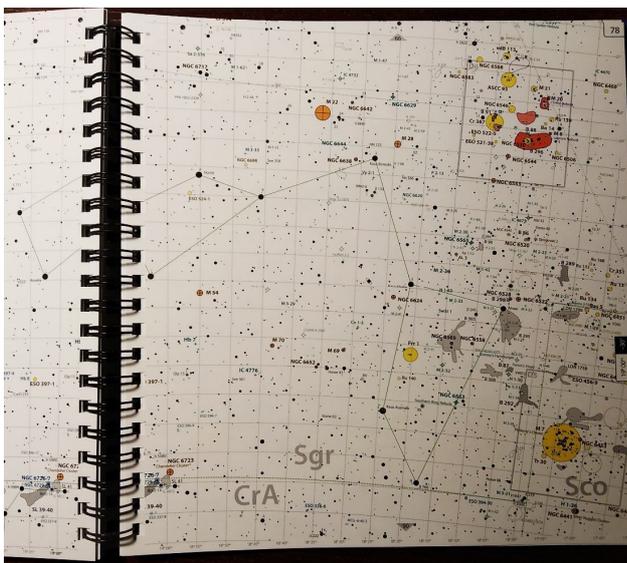


Предлагаю перейти теперь к рассмотрению некоторых ключевых особенностей нашего атласа – как положительных, так и отрицательных.

Плюсы Interstellarum Deep Sky Atlas:

- 1) Все объекты дальнего космоса ранжированы на четыре категории в зависимости от видимости этих объектов в те или иные апертуры. Градация осуществляется с помощью величины шрифта подписи объекта (чем он больше, тем в меньшую

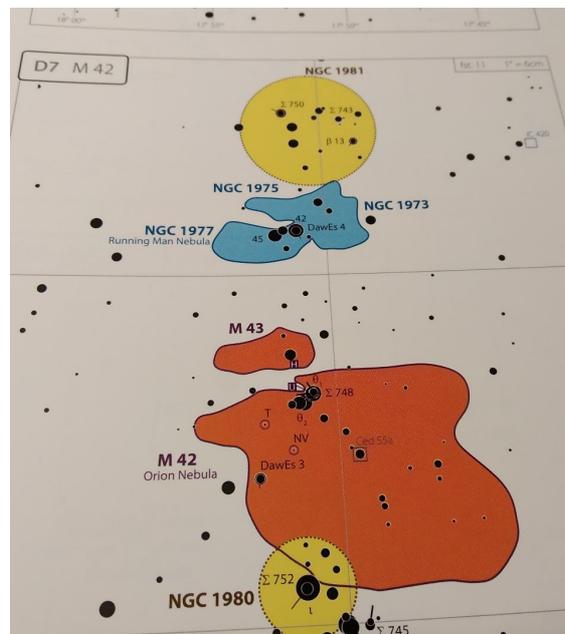
апертуру виден объект) и интенсивности заливки (чем заливка тусклее, тем больший требуется телескоп для обнаружения указанного объекта). Всего, как я сказал, категорий видимости четыре: первые три указывают на доступность объекта в телескопы апертурой 100 мм, 200 мм и 300 мм соответственно, к немногочисленной четвертой категории отнесены некоторые интересные объекты, доступные для наблюдения только в большие любительские телескопы апертурой 400 мм – 500 мм. Так, например, если мы посмотрим на карту с изображением созвездия Стрельца, то мы увидим, что знаменитая Туманность Лагуна M8 отмечена крупным шрифтом и яркой заливкой – это означает, что она легко доступна 100-мм телескопу. В то же время скопление Djorgovski 2, расположенное неподалеку, не имеет заливки и подписано небольшим тонким шрифтом – очевидно, что для наблюдения этого объекта потребуется крупный телескоп.



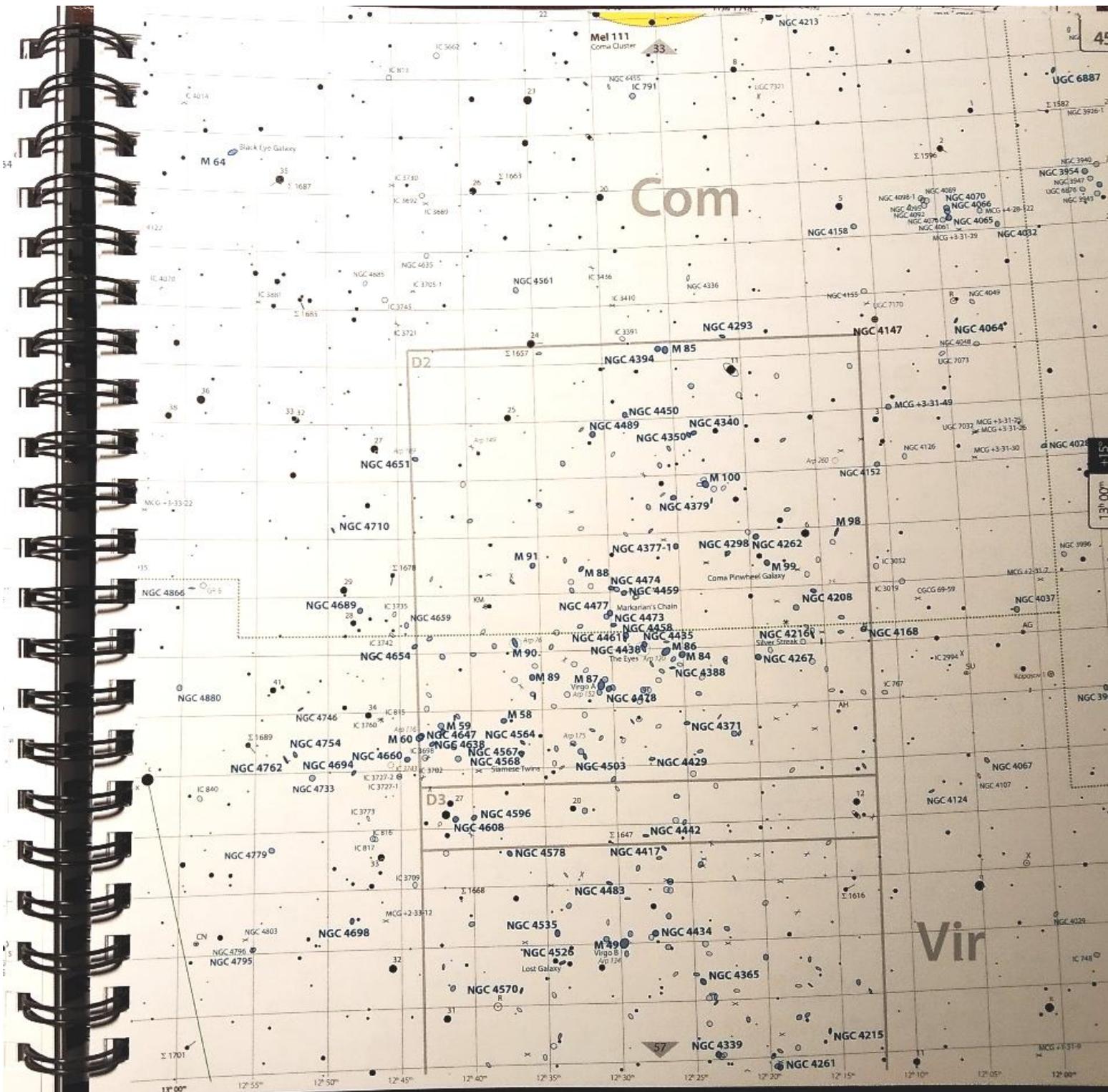
- Помимо типа и яркости, объекты также разделяются и по видимому размеру на небе. Так, например, протяжённые и звездообразные планетарные туманности обозначаются разными значками – это позволяет без использования дополнительных справочников определить – ищем мы яркий и компактный объект или же протяжённый и тусклый? Разумеется, такая возможность очень удобна во время непосредственных наблюдений в телескоп.
- Большинство эмиссионных туманностей в атласе промаркировано значками, указывающими на оптимальный тип фильтра при наблюдении: O – OIII фильтр, U – UHC фильтр и H – H-beta фильтр. Так, например, знаменитая Туманность Ориона

M42 отмечена значком U, который подсказывает наблюдателю, что наилучшие условия её видимости будут отмечаться при использовании UHC фильтра. В то же время для её соседки M43 указана наилучшая видимость с H-beta фильтром (значок H). Очевидно, что такие обозначения позволят наблюдателю не терять время на изучение справочных таблиц и позволят сразу выбрать оптимальное оборудование для наблюдения той или иной туманности. Стоит при этом иметь ввиду, что данные рекомендации не являются истиной в последней инстанции – многие объекты показывают различные детали своего строения при использовании разных узкополосных фильтров и при их наблюдении будет оправдано применение не только одного-единственного рекомендованного в атласе варианта.

Deep sky objects				
Visibility calculation	Visible in 4-inch (100 mm) telescope aperture	Visible in 6-inch (200 mm) telescope aperture	Visible in 12-inch (300 mm) telescope aperture	Not visible in 12-inch (300 mm) telescope aperture
Label	Name	Name	Name	Name
Size	All maps show the object in correct size and elongation. The symbols are drawn to scale for main maps (1" = 1.5 cm) from 4" object diameter ... detail maps (1" = 3 cm) from 2" object diameter ... detail maps (1" = 4.5 cm) from 1.5" object diameter ... detail maps (1" = 6 cm) from 1" object diameter ... detail maps (1" = 9 cm) from 40" object diameter			
Open clusters				
Globular clusters				
Emission nebulae	 OIII filter recommended UHC filter recommended H-beta filter recommended	 OIII filter recommended UHC filter recommended H-beta filter recommended	 OIII filter recommended UHC filter recommended H-beta filter recommended	 OIII filter recommended UHC filter recommended H-beta filter recommended
Reflection nebulae				
Dark nebulae				
Planetary nebulae	 + < 10" (stellar)	 + < 10" (stellar)	 + < 10" (stellar)	 + < 10" (stellar)
Galaxies	 < 30" (stellar)	 < 30" (stellar)	 < 30" (stellar)	 < 30" (stellar)
Quasars				



- По заверению авторов, атлас содержит все объекты, которые можно увидеть с помощью 300 мм рефлектора и отражает на своих страницах более 200 тысяч звёзд блеском до 9,5 mag и около 15 тысяч объектов дальнего космоса.

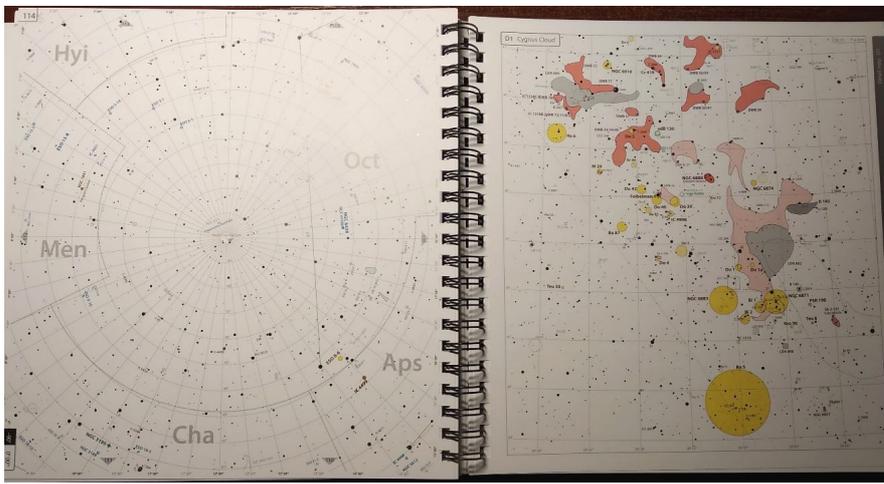


Такая степень детализации будет достаточна для подавляющего большинства любителей астрономии – пожалуй, лишь обладатели крупных добсонов могут выйти за рамки возможностей этого атласа.

превышающим 10 mag. Эта наблюдательная информация очень полезна и позволяет проводить плодотворные наблюдения двойных без привлечения специализированных атласов вроде Taki's Double Stars Atlas или The Cambridge Double Star Atlas.

5) Атлас содержит 2950 проименованных двойных звёзд, причём с помощью специальных символов указывается позиционный угол, расстояние между компонентами и разница в блеске. На картах атласа указаны все двойные с разделением от 0.5" до 60", блеском главного компонента выше 8,5 mag и блеском спутника,

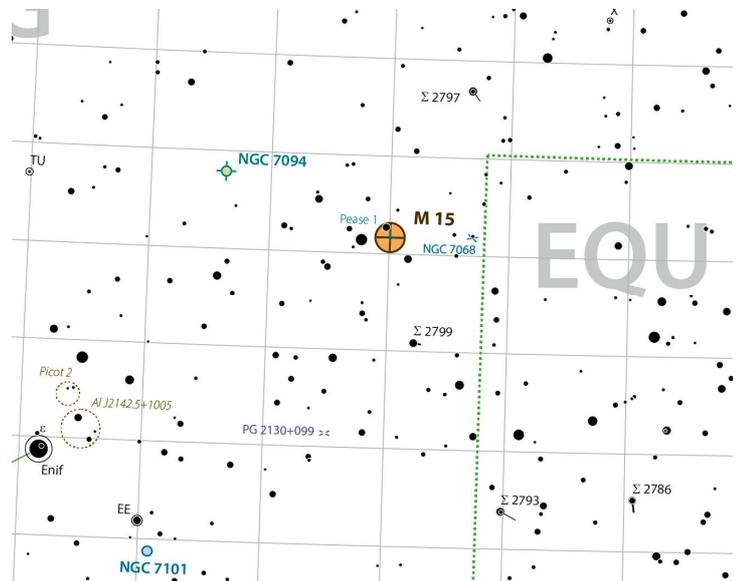
6) Для протяжённых туманностей в атласе указаны их контуры, причём нанесены они не на основании фотографий, как это обычно бывает в таких случаях, а исходя из непосредственных результатов визуальных наблюдений в тёмной сельской местности.



- 7) Панорамный вид карт – каждая карта (кроме полярных областей) состоит из двух страниц, покрывающих небо на 2 часа по прямому восхождению и на 15° по склонению. Это позволяет отобразить на одном развороте достаточно большой участок небесной сферы, что, несомненно, упрощает поиск интересующего нас объекта. Достаточно сказать, что на одном развороте почти полностью помещаются созвездия Кассиопеи, Ориона или Стрельца.
- 8) В конце атласа расположены 29 подробных карт, детально показывающих наиболее загруженные области неба, такие как скопление галактик в Деве или комплекс туманностей в Лебедь. Думаю, эти карты помогут наблюдателю сориентироваться на сложных участках небосвода и обнаружить там интересующие его объекты.
- 9) Порадовало многообразие «нетрадиционных» для любительских атласов объектов из каталогов Arp, Abell, Djorgovski, Dolidze, Jones, Kohoutek и так далее. Данные объекты будут хорошей целью для обладателей крупных оптических инструментов.
- 10) Атлас издан в двух версиях - Desk Edition (настольная) и Field Edition (полевая). Настольная версия отпечатана на плотной высококачественной бумаге и, согласно отзывам на зарубежных астрофорумах, ограниченно устойчива к действию влаги – выдерживает небольшую росу при условии дальнейшей надлежащей просушки. Признаться честно, я не подвергал свой атлас воздействию влаги, поэтому подтвердить или опровергнуть эти слова не могу. Полевая же версия отпечатана на специальной полимерной плёнке Polyart и, согласно утверждениям издателя, является абсолютно влагостойкой.

11) Спиральный переплёт атласа позволяет раскрыть книгу на 360 градусов, что иногда может быть удобным во время проведения ночных наблюдений. К сожалению, общая хлипкость переплёта наводит на мысль о том, что злоупотреблять такой возможностью не стоит.

12) Красочная полиграфия. Конечно, при наблюдениях это не имеет особенного значения, но кабинетное изучение страниц атласа вызывает определённое эстетическое удовольствие. Помимо этого, цветовая заливка помогает определить тип объекта, но опять-таки в полевых условиях и при красном освещении это становится затруднительным.



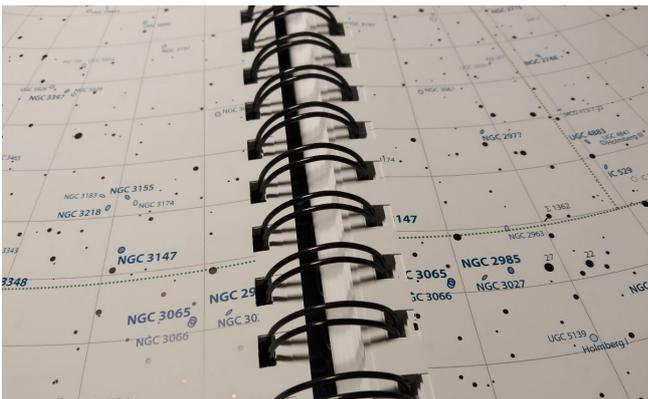
13) Завершает атлас индекс – указатель всех объектов дальнего космоса, отображённых на страницах атласа. В обзорах, встречавшихся мне ранее, его почему-то ругают, но мне он показался вполне рабочим инструментом, позволяющим найти нужный объект на страницах атласа.

Теперь поговорим о недостатках *Interstellarum Deep Sky Atlas*, а они тоже есть:

- 1) Самый главный недостаток – это цена. Атлас ну уж очень недешёвый: настольная версия стоит в среднем 75\$, стоимость же полевой приближается к 200\$. Прибавьте к этому доставку в Россию из США или Европы (ещё минимум 25\$) и поймёте весь масштаб проблемы. Справедливости ради, стоит отметить, что иногда *Interstellarum Deep Sky Atlas* можно найти по распродаже за чуть более низкую цену.



2) Техническое оформление книги, при всех достоинствах её содержания, отдаёт небрежностью. Красивые страницы с прекрасной полиграфией переплетены на тонкую пружину, которая едва удерживает немалый вес плотной бумаги. Обложка у атласа бумажная, непростительно тонкая и хлипкая для книги такого уровня, мнётся и рвётся даже при попытке раскрыть атлас, держа его в руках – книгу можно использовать только на столе. Учитывая немалую стоимость книги, я думаю, можно было бы найти более удачные решения относительно обложки и переплёта издания.

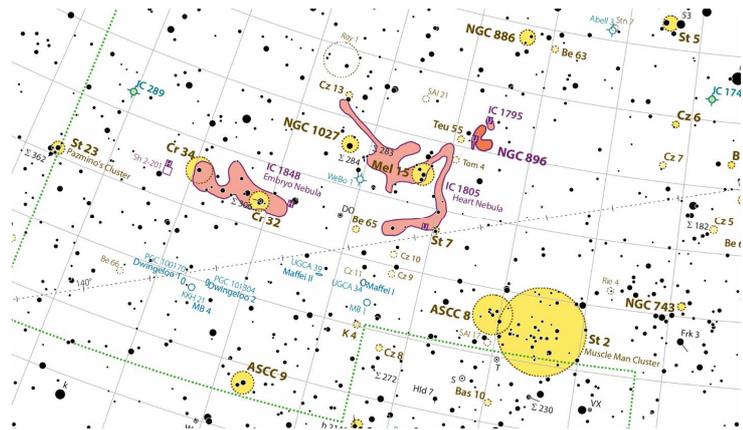


3) Полей на картах атласа нет – изображение занимает всю страницу. Может быть, это и рационально с точки зрения оптимального использования бумаги, но не всегда удобно для восприятия граничных областей неба. В частности, определённое неудобство доставляют срезания части названия того или иного объекта на границах карт – так, например, NGC 2985 может неожиданно превратиться в NGC 29. Поэтому наблюдателю необходимо постоянно держать эту особенность атласа в виду и, в случае сомнения, справляться о названии объекта на картах атласа, отображающих смежные области неба.

4) Отсутствие на картах атласа специальных обозначений для углеродных (карбоновых) звёзд. Эти очень интересные для наблюдения объекты почему-то оказались вне поля зрения составителей атласа. Часть

углеродных звёзд присутствуют на страницах издания, но отдельно они никак не поименованы и обозначены как простые переменные.

5) Формат атласа (28 см x 28 см) лично мне показался немного великоватым – работа с книгой такого увеличенного формата непосредственно у окуляра телескопа может быть некомфортной. Вес (1,5 кг для настольной версии и 1 кг – для полевой) тоже трудно назвать оптимальным.



6) Некоторые вопросы вызывает отображение на страницах атласа объектов, чрезвычайно сложных для визуального наблюдения, таких, как IC 1805 и IC 1848 в Кассиопее или Sh 2-276 в Орионе. Данные объекты выделены жирным шрифтом и яркой заливкой как легкодоступные для 100 мм. Теоретически допускаю, что при идеальных условиях они могут быть заметны визуально в 100 мм телескопы или, особенно, бинокли, но в целом их яркое обозначение на картах может ввести наблюдателя в заблуждение.

Расскажу теперь про общее впечатление от атласа. Несмотря на некоторые недостатки, атлас мне понравился – думаю, что он может быть отличным подспорьем для планирования наблюдательного сеанса. Особенно хорошо он будет работать в связке с подробным руководством по наблюдению звёздного неба – например, с *Interstellarum Deep Sky Guide*, выпущенным в качестве дополнения к атласу в 2018 году. Другим ценным дополнением к атласу может быть четырёхтомный *The Night Sky Observer's Guide*, описывающий на своих страницах порядка 8000 интересных объектов дальнего космоса. Но в целом, наличие такого атласа при необходимости позволяет импровизировать прямо в поле и корректировать программу наблюдений для своего телескопа без обращения к другим источникам информации. Рекомендую к приобретению при наличии финансовой возможности.

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

Годиерна: Нунций хрустального века

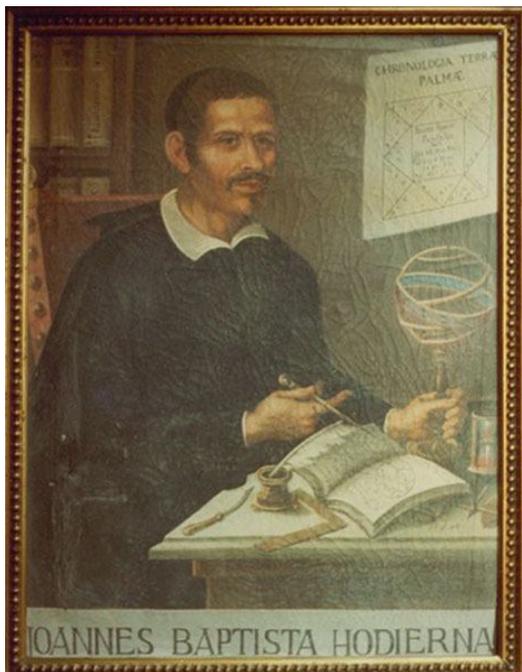


Рис. 1. Дж. Б. Годиерна

Из книги в книгу кочует фраза: «в год смерти Галилея родился Ньютон». Таким образом, подчёркивается эстафета, переданная от одного великого учёного к другому. Между ними – жизни многих их современников, которые и были теми, передаточными звеньями в механизме познания.

Пёстрое полотно истории науки семнадцатого века сокращается до нескольких ярких имён, напоминая великий роман в кратком пересказе. Кеплер, Декарт, Кассини, Гюйгенс, Гевелий, безусловно, главные герои. Но среди множества пропавших при пересказе персонажей можно встретить людей интересных и оригинальных, пусть и второстепенных. Они жили в переходный период, смешивая в себе старое и новое, и уже этим, кажется, были обречены на забвение. Был среди них человек, имя которого неоднократно упомянуто на страницах журнала «Небосвод». Он мог изменить историю изучения объектов дальнего космоса. Мессье, Галлей и Гершель могли бы считать его своим достойный предшественником, если бы только знали о нём. Звали его Джованни Баттиста Годиерна.

Последователь Галилея.

Город Рагуза. Южная Сицилия. Тёплый край с трагической историей, наполненной постоянными завоеваниями. За остров сражались греки, карфагеняне, римляне, варвары, византийцы, арабы, викинги. Он был домом для Архимеда и Эмпедокла, был сердцем одного из величайших восстаний против власти вечного Рима. К концу шестнадцатого века над ним властвовала Испанская империя, скупая и мрачная. Инквизиция зорко надзирала за благочестием его жителей.



Рис. 2. Рагуза на Сицилии, карта Google.

В последние месяцы правление фанатичного и ожесточённого Филиппа II на острове произошло незамеченное современниками, но важное для истории астрономии событие. 13 апреля 1597 года в семье каменщика, хотя кто-то говорит сапожника, Вито Диерны родился сын. Мы не знаем, младшим он был или старшим, первым или последним, настолько он далёк от нас. Знаем лишь только, что его мать звали Серафина, в девичестве Риццо.

О детстве великих людей часто известно обидно мало. О первых годах будущего натуралиста неизвестно почти ничего. Нет ни одной яркой истории. Мать не водила его смотреть на комету, как Кеплера, он не был замечен в рисовании угольком фигур, как Паскаль. Без таких легенд не обходится путь ни одного талантливого ребёнка. И, видимо, такие случаи были. С раннего детства Джованни помогали учиться, и видимо, не только протекцией, но и любовью, заботой. Потому что иначе он бы не смог сделать столько в тех условиях, в каких ему пришлось работать, но здесь мы сильно забегаем вперёд.

Начало обучения Джованни стало возможным благодаря помощи богатого родственника Джузеппе Орланди. Позже мальчика отправили учиться во францисканский монастырь. Одного из его учителей звали Марио Боккьери. Это имя вряд ли много скажет читателю, но, возможно послужит службу будущим биографам.

О его школьных увлечениях известно очень мало. Он должен был стать священником, при этом явно проявляя любовь и интерес к природе. Учёба в монастыре францисканцев и отношения с наставниками были хорошими. Они позволяли мальчику много читать и поддерживали его любознательность. Кто-кто, а учёные монахи ещё задолго до Френсиса Бэкона поняли, что знание – сила. Они давно ценили силу ума, способного устоять в любом диспуте и силу воли, способную сдвинуть горы. Любовь к знаниям и страсть к приобретению новых книг до конца жизни не угасали в сердце сына каменщика.

Европа на стыке веков вступала в новую эпоху. Когда Джованни было 13 лет, Галилей нашёл у Юпитера четыре луны, названные им звёздами Медичи. Тогда же, пользуясь сходной «бельгийской трубой», француз Фабри де Пайреск рассмотрел туманность Ориона. Через четыре года Симон

Марий даст спутникам Юпитера имена в честь возлюбленных бога Зевса. В тот же год итальянские академики предложили название «телескоп».



Рис. 3. Галилео Галилей (1564-1642)

Атмосфера духовных перемен и сомнений была не по душе консервативным представителям церкви, и они добились в 1616 году запрета учения о движении Земли вокруг Солнца. Галилей, который верил, что своими открытиями сможет доказать его правоту, был поставлен в нелёгкое положение. Но он не сдался и не опустил руки. Он говорил и писал. Как мы знаем, нет вируса опаснее, чем идея. И борьба за умы уже шла, грозя разрастись в эпидемию. Телескопы изготавливались десятками, пусть качество их и оставляло желать лучшего. Идеи Галилея казались оппозиционными, свежими и сладкими в своей запретности. Старик Галилео не знал, что на далёкой Сицилии в это время заканчивал обучение молодой человек, который будет его примерным последователем.



Рис. 4. Комета 1618 года над Аугсбургом

А что Джованни? Богиня история впервые находит его в 1617 году в родном городе на колокольне церкви святого Николая. И застаёт не молитвенно звонящим в колокол, а наблюдающим неба в телескоп! Двадцатилетний юноша наблюдал с самодельным инструментом, сделанным по книге Алессандро Пикколомини. Через год он сделал зарисовки трёх комет, с перерывом в несколько недель, появившихся на небе. Биографы говорят, что он черпал вдохновение из книги «Метеоры» Агостино Нифо, философа эпохи Возрождения, жившего полутора столетиями ранее.

Так, 1618 год, год начала великой и страшной Тридцатилетней войны можно считать

задокументированным началом увлечения юного сицилийца астрономией. Может быть, именно эти впечатления определили будущий интеллектуальный путь Джованни Диерны. Ведь его биография, спустя четыре сотни лет, увидела свет на страницах всё-таки астрономического, а не биологического или философского журнала.

Безусловно, юноша ощущал зов перемен, охватывающий Европу. И его душу переполнялась желанием изменить мир. Ради этого ощущения он даже избрал себе новую фамилию. Он добавил приставку «Но», и её латинизированная версия стала писаться как «Nodierna» и переводиться как «Сегодня». Таким образом, Джованни хотел выразить свою современность, свою принадлежность к новому миру. Как в этом много энергии и горячности юности! Но пути этого изменения были ему неведомы.

В это время Галилей в свой самодельный микроскоп, который позже модифицирует и назовёт «маленький глаз», смотрел на муху. Нет, это не было научное исследование. В одном из писем великий учёный иронизировал, что было забавно «увидеть муху размером с телёнка». Это было удовольствие первого любопытства. Смотреть на мохнатые ножки насекомых и их странные глаза было ещё скорее развлечением.

В двадцать пять лет Джованни Баттиста Годиерна, как он теперь фигурирует в источниках, закончил богословское обучение и был рукоположен в священники в Сиракузах. Город с древней историей, освещённый трудами Архимеда, также сыграл свою важную роль в жизни молодого Джованни. Именно там он встретился с Винченцо Мирабеллой, членом знаменитой Академии Рысьеглазых, первой научно Академии Италии.

Первая половина семнадцатого века была характерна ростом сотрудничества в учёной среде. Философы природы снова создавали академии, на манер древних греков. Формировали устойчивые сети переписки. И именно эта организация общения позволила науке того времени сделать большой шаг вперёд, несмотря на ужасные, по современным меркам, медлительность и низкое качество работы почты.

Три года, с 1622 по 1625 год Годиерна провёл в Риме, общаясь со учёными разных рангов, включая некоторых членов академии, основанной Чезо. Это время можно назвать университетом Джованни, определившим его путь исследователя. На родину он вернулся убеждённым поклонником идей Галилея, не утратив при этом крепкую веру во всеильного Творца.

Вестник кристального века.

Начался второй период жизни Годиерны в Рагузе. Он продлился почти одиннадцать лет и стал первой ступенью пути этого замечательного человека к своему научному бессмертию. Возвращаясь на родину, Годиерна посетил Неаполь и Палермо. В крупнейшем городе Сицилии увидела свет его первая печатная работа. Обсуждающая законы движения небесных кругов, она называлась «Universae facultatis directionum physiotheorica» и была посвящена барону Винченцо Ариццо,

которому он преподавал математику. Не оставив следа в науке, она, тем не менее, способствовала росту известности и авторитета молодого философа.

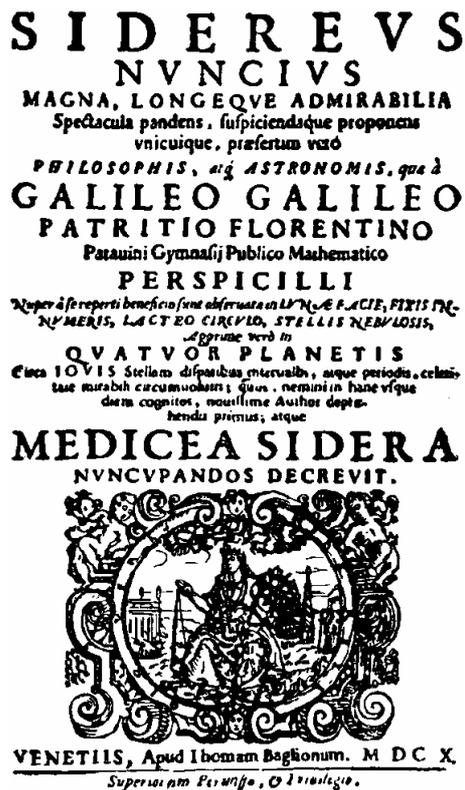


Рис. 5. Титульный лист «Звёздного вестника»

С декабря 1625 по апрель 1636 года Годиерна служил в разных церквях родного города и подрабатывал уроками для местной аристократии и богатых торговцев. Круг его знакомств быстро расширился. Не только благодаря рекомендациям его родных, но и, видимо, таланту рассказчика и приятному характеру.

К концу двадцатых годов относится важная работа, которую можно назвать манифестом тридцатилетнего философа. В ней он объявил миру свою миссию и своё видение мира. Название «Nunsio del secolo cristallino», можно перевести как «Вестник кристального века». Семидесятистраничный труд представляет собой вольный отзыв на работу Галилея «Звёздный вестник», «*Sidereus Nuncius*».

Изобретение «бельгийских труб», по мнению Годиерны, открывает новую эпоху в истории. И Галилей является провозвестником этой эпохи. Его открытия в звёздном мире восхитили молодого священника. Туманный Млечный путь, рассыпающийся на тысячи звёздочек, на всю жизнь заворожил Годиерну. Новые инструменты и философия могли остановить упадок человеческого рода. Распространение знаний, приближение людей к истине становилось благодетельным делом, которому и посвящает себя автор. Эта точка зрения, в частности, подразумевала, что астрономия перестаёт быть служанкой богословия и обретает самостоятельность. Сицилиец прославлял ценности современности, ценности сегодняшнего дня, в противовес древности и дню прошлому, «оправдывая» взятую фамилию. Подобные рассуждения могли бы легко привести автора к неприятному визиту в инквизицию. Благочестивые

отцы могли рассмотреть в этом поддержку запрещённого учения. А энтузиазм и пыл молодого автора могли стать не чем иным как «склонностью к духовному преступлению» и «злой волей к союзу с дьяволом».

Но Джованни не был еретиком. Он объявлял себя сторонником системы мира Тихо Браге и возносил хвалу святому престолу за его мудрость. Центром мира по-прежнему была Земля, а Солнце вместе с планетами вращалось вокруг неё. Познание движений небесных светил называлось лучшим способ понять влияние высшего мира на мир низший. Не забывал священник Годиерна упомянуть неисповедимость путей Господних и его всемогущество.

Работа получила позитивные отклики его просвещённых римских друзей, но не была опубликована - то ли из-за нехватки средств, то ли из осторожности. «Nunsio del secolo cristallino» был издан только в 1902 году, много лет спустя после смерти автора.

В конце июня 1628 года в жизни Джованни произошло важное событие. Алессандро Ронданини, его хороший знакомый и увлечённый ботаник, выполнил его заказ и прислал отличный телескоп. Линза хорошего качества, имевшая рабочий диаметр в один дюйм, позволяла получить увеличение в двадцать раз. Инструмент был схож с тем, что имел Галилей, имел около метра в длину, давал поле зрения в половину лунного диска. С этим телескопом Годиерна наблюдал до конца жизни и сделал почти все свои открытия. Так, уже в первые годы наблюдений Джованни нашёл три рассеянных скопления в созвездии Возничего.

Вместе с астрономией сицилийский священник изучал историю, написал небольшую работу о хронологии и о смене мнений в объяснении материального мира. Последняя была напечатана в Палермо. Возможно, он бы решился опубликовать и свои более смелые мысли, но они были отложены в долгий ящик из-за суда над его кумиром Галилеем. Декарт, ровесник Годиерны, тоже не стал отдавать свою работу типографу. Мрачное напоминание церкви о своём авторитете произвело нужное впечатление.

Галилеев «Диалог о двух системах мира» был запрещён всего через полгода после выхода, а его автор предстал перед инквизиторами. Он был вынужден под страхом пытки отречься от своих взглядов, и был отправлен под домашний арест в Арчетри. Надзор церкви оказался для семидесятилетнего старика пожизненным.

Всё же Галилею удалось переправить «Диалог...» в Голландскую республику и издать его там. Последние годы жизни он вёл переговоры и об издании там ещё одной работы – эфемерид спутников Юпитера. Они позволили бы решить актуальнейшую задачу своего времени – определение долготы.

Но планы великого флорентийца сорвались, а он через три года умер. Прошли многие годы, прежде чем три человека независимо довершили и улучшили эфемериды спутников на основе своих наблюдений. И первым за эту задачу возьмётся именно Годиерна.

Если можно сказать, что образ мыслей Годиерны определил Галилей, а образ жизни его определили ученики. Весной 1636 года священник покинул родину вместе с Карло и Джиллиано Томази, для того, чтобы ни много ни мало основать новый город.

Наука герцога Пальмы.

Испанское правительство того времени поощряло основание новых поселений в сельской местности. Молодые братья Томази решили воспользоваться этой возможностью. Они вели свой род от византийских императоров, их предки жили на Сицилии меньше века. Отец братьев, барон де Монтекьяро, умер всего в восемнадцать лет. Мать и дядя воспитывали их с идеей, что они должны быть праведными католиками и сделать всё для процветания семьи. Обучению уделялось большое внимание, а среди их учителей был и Джованни Баттиста Годиерна. Вряд ли он мог предположить, что два мальчика, которым он преподавал математику, станут его будущими покровителями.



Рис.6. Современный вид на город. *Mario.net (c)*

В 1637 году Карло Томази получил высочайшее разрешение от Фердинанда IV на основание города Пальмы. Ещё через два года он принял титул герцога Пальмы. Однако, вскоре уступил его своему брату, а сам отдался служению Богу и ушёл в орден театинцев. Позже, в романе «Леопард» своего потомка Джузеппе Томази ди Лампедуза он будет упоминаться как «святой герцог».

Место для нового города было выбрано крайне удачно. Он быстро наполнился новыми жителями. Вот как напишут о нём через полвека после основания: «Этот симпатичный городок очень густонаселён и имеет очаровательное расположение: окрестности полны восхитительных садов и вся эта страна представляет собой огромное изобилие виноградников, сельскохозяйственных культур и всевозможных плодовых деревьев...»

План города был составлен самим Годиерной. Он предполагал прямые, пересекающиеся под прямым углом улицы, несколько церквей, дворец и даже оборонительные сооружения против берберских пиратов. Сам замысел нового города предполагал сильное влияние религии. Город представлялся создателям более религиозным, чем торговым или ремесленным центром. Реализовал план строительства дядя братьев, Марио Томази де Каро, глава Ликаты и капитан Священной канцелярии инквизиции того же города.

Сорокалетний Джованни Баттиста следующие восемь лет исполнял обязанности капеллана, пока не был назначен первым протоиереем Пальмы. В 1644 году он получил степень доктора теологии.

В том же году в Палермо публикуется целый ряд небольших работ Годиерны, названный им «Памфлеты». И что примечательно, не на латыни, а на местном языке. Таким образом, он пытался популяризировать науку. Несмотря на увлечённость делами города и церкви, Джованни Баттиста находил время для наблюдений, чтения новых книг и написания собственных работ. Его интересовал широкий круг вопросов натуральной философии. Сейчас они относятся к нескольким разным дисциплинам: астрономии, оптике, метеорологии, анатомии, энтомологии.

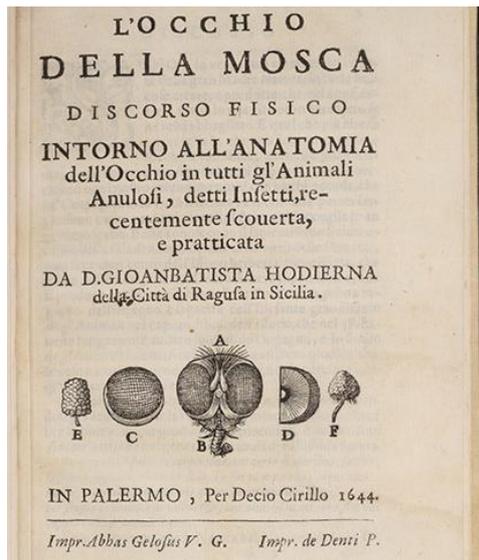


Рис.7. Титульный лист работы Годиерны

Используя микроскоп собственной конструкции, он тщательным образом исследует фасеточные глаза насекомых, делая точные зарисовки. В его заявлениях о том, что благодаря камере обскуре ему удалось достичь увеличения в четыре тысячи раз, присутствуют нотки хвастовства. Но в том, что он один из первых изучил с помощью микроскопа внутреннюю структуру глаз тридцати четырёх разных насекомых, сомнений нет. В конце жизни он вернулся к этому увлечению, изучая процесс опыления цветов и размножения пчёл.

Камера обскура, известная издревле, привела его к мысли, что человеческий глаз действует схожим образом. Лучи попадают внутрь глаза и проходят там «трансмутацию», позволяющую видеть картинку.

В работе «Висячее облако» Годиерна рассуждал о природе ветра, но три последующие три части не были написаны или не сохранились.

Однако работы Годиерны принадлежали в истории науки к этапу накопления разных фактов, чем к их сравнительному анализу. Натуралист пользовался современными методами и инструментами, но во многом находился в плену старых мнений.

Ярким примером может послужить его работа «Il nunzio della terra» об определении размеров планет. С помощью нити и телескопа, также как десятилетиями позже Гюйгенс, находит вполне приемлемые по точности угловые размеры планет.

Но та модель солнечной системы, которую он использует, ещё слишком маленькая по сравнению с реальностью. Это приводит к существенному занижению размеров планет и выводу, что Земля самая крупная из них и уступает в размере только Солнцу.

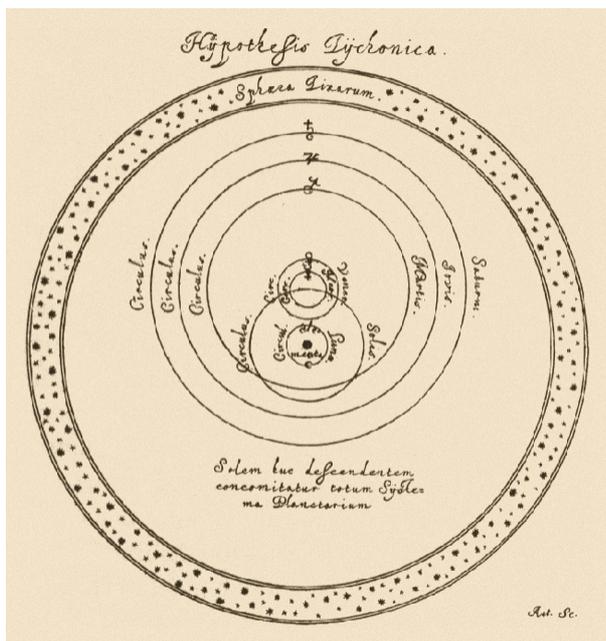


Рис.8. Система мира Тихо Браге

Измеряя размер звёзд, он дал верхний порог их углового размера в две угловые секунды. Это, конечно, намного больше истинных значений, но получить более близкое значение в ту эпоху было невозможно. Тем не менее, такая несоразмерность видимых размеров Солнца и звёзд заставляла задуматься о масштабах вселенной и её строении.

Слава его исследований не смогла выйти за пределы Италии. Но на территории будущего единого государства его заметили. Он общался на астрономические темы с Франческо Фонтана, при очередном посещении Неаполя. Тогда же местный хирург и один из выдающихся анатомов современности Марко Аурелио Северино предложил ему исследовать гадюку и попробовать разрешить секрет её смертоносных зубов. Годиерна выполнил порученную ему работу. Он совершил независимое открытие каналцев, ведущих изнутри зубов к желчному пузырю. Но, следуя философии прошлого века, он приписал смертоносную силу гадюки именно зубам.

Интересное место в истории науки занимает «Archimede redivivo», так же вышедшая в том же 1644 году и посвящённая барону Домино Палмери, родственнику своих покровителей. В ней рассматривалась известная задача Архимеда о короне сиракузского тирана. По легенде мастер украл часть золота, данного ему, и заменил серебром. Но сделал это так, чтобы вес короны соответствовал весу золота. Опустив корону в воду и пользуясь недавно открытым законом, Архимед доказал, что объём короны больше, чем объём слитка золота. Таким образом, золото в ней было разбавлено более лёгким и объёмистым серебром. Годиерна фактически повторил этот опыт, и сделал сравнение разных систем веса, но важнее другое. Дополнением вышла неопубликованная работа

Галилея. «La bilancetta», была одной из первых его работ и написана двадцатидвухлетним выпускником университета. Она не только была выражением экспериментального подхода. В ней содержится считавшаяся утраченной таблица веса тридцати девяти материалов в воде и воздухе. Это позволяло идентифицировать, например, минералы не только по внешнему виду, но и по плотности.

Но «Archimede redivivo» постигла печальная участь. Работа прошла почти незамеченной. Полезные для геммологии идеи итальянцев в начале девятнадцатого века пришлось открывать заново.



Рис. 9. Джованни Баттиста Риччиоли (1598-1671)

Частые визиты в столицу острова и женитьба Джулиано Томази на палермской аристократке укрепили и связи и его протекже. Протоиерей Пальмы познакомился и завязал переписку с членами местной академии и колледжа иезуитов. Он общался с архитектором Вентимильей, математиком Шоттом, эрудитом Кирхером и астрономом Риччиоли.

Общение с культурной элитой вдохновляло на продолжение исследований. Правда, его покровитель стал менее охотно выдавать деньги на печатание его трудов. Эта одна из причин, почему существенная их часть так и не выйдет в свет при жизни автора.

Палермская Академия, основанная в 1622 году, была для Годиерны долгие годы ближайшим и единственным научным сообществом. Сицилия, находившаяся на отшибе Италии, была периферией Европы, во всех смыслах. Не было там и того воздуха свободы, которым славилась Голландия. Кто знает, может, составляя карту страны, Джованни чувствовал тоску. Он не мог передвигаться между городами также легко, как перо по карте.

Конец первой части.

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.secds.org/xtra/Bios/hodierna.html>

Павел Тупицын,
Любитель астрономии, г. Иркутск

История астрономии второго десятилетия 21 века



2013г 27 сентября специалисты NASA подтвердили то, что грунт в районе посадки марсохода «Кьюриосити» (Curiosity, что переводится с английского как «Любопытство», запуск 26.11.2011г, мягкая посадка на поверхность Марса — 6.08.2012г) богат водой. Анализы, проведенные при помощи установленного на борту марсохода оборудования, показали то, что в нем содержится более двух процентов воды. Кроме того, грунт с геологической точки зрения оказался намного разнообразнее, чем ожидали исследователи. Подробности приведены в статьях для журналов Science и Journal of Geophysical Research-Planets, а кратко о результатах исследований сообщается на официальном сайте аэрокосмического агентства.

Ученые сообщают о том, что помимо воды в образцах песка, пыли и глины нашелся углекислый газ, а также соединения серы и кислорода. Комплекс инструментов на борту марсохода позволил нагреть собранную породу до 850 градусов Цельсия и затем проанализировать выделившиеся газы при помощи масс-спектрометра, лазерного спектрометра и газового хроматографа. Кроме того, исследователи использовали рентгеновскую спектрометрию, просветив образцы рентгеновским излучением, возникающем при радиоактивном распаде специально взятого на Марс источника из кюрия-244.

Геохимики пока затрудняются однозначно ответить на вопрос о том, могла ли существовать жизнь на Марсе. Выделение кислорода из образцов при нагреве указывает на распад перхлоратов. Они были обнаружены ранее в собранных посадочным аппаратом «Феникс» (Phoenix) проб и которые считали скорее исключаящими формирование жизни. Углекислый газ, как пишут ученые, скорее всего получился из неорганических солей железа, карбонатов, поэтому он тоже не указывает на наличие в образцах какой-либо органики. Карбонаты интересны скорее тем, что обычно формируются при наличии воды, поэтому новые химические анализы подтверждают результаты микроскопических исследований образцов, собранных предыдущими

марсоходами: на красной планете действительно есть осадочные породы.

Следы органики, впрочем, тоже были обнаружены: и, как пишут исследователи, в их марсианском происхождении пока что есть большие сомнения, следовые количества органических веществ могли попасть в приборы на Земле невзирая на все меры по очистке и стерилизации аппарата. Выделение из марсианских минералов агрессивных перхлоратов могло привести к тому, что те провзаимодействовали с имеющейся на борту органикой и эта реакция дала летучие продукты, которые зафиксировали чувствительные спектрометры.

Микроскопическое исследование и рентгеновская спектрометрия показали, что марсианские пески в месте высадки «Кьюриосити» образованы базальтом. По словам геологов, аналогичные пески были ранее найдены на местах высадки «Спирит» и «Оппортьюнити», поэтому в целом марсианские горные породы могут оказаться достаточно похожи друг на друга. В то же время непосредственно в районе работы нового марсохода свойства песка и залегающих под ним пород (информация о которых была получена при помощи нейтронного сканирования) далеко не однородны.

Пока что ученые представили данные, собранные в первые сто суток пребывания на Марсе. Они показали, что доставленная на планету в 2012 году сложная лаборатория с разными инструментами на борту способна работать в соответствии с замыслами разработчиков и получили убедительное подтверждение того, что в грунте Марса действительно содержится вода. Дальнейшие исследования должны пролить свет на вопрос о том, могла ли эта вода когда-либо быть пригодной для жизни, пишет Лента.РУ.

2013г 3 октября PhysOrg приводит, что астрономы из США и Нидерландов выяснили, что Фомальгаут (альфа Южной Рыбы / α PsA) на самом деле является не двойной, а тройной звездой. Находящаяся рядом тусклая звезда, красный карлик спектрального класса M4, оказался частью тройной системы.

Масса Фомальгаута примерно вдвое больше солнечной, а его ранее выявленный компаньон, оранжевый карлик TW Южной Рыбы (Фомальгаут В), отстоит на 0,9 световых лет. Звезда LP 876-10 (Фомальгаут С), которую в новом исследовании записали в компаньоны Фомальгаута, отстоит от него на 2,5 световых года, и в сумме все три звезды образуют одну из наиболее разреженных тройных систем. При этом ученые подчеркивают, что из-за большой массы Фомальгаута теоретически возможно было сформировать и еще более удаленную пару, с расстоянием между компонентами до 6 световых лет.

Открытие было сделано за счет совмещения астрометрии (точного измерения положения звезды на небе) и спектроскопии. Определив скорость LP 876-10, исследователи доказали, что она движется вокруг общего для всей системы центра масс. Из-за своей близости к Земле (всего 25 световых лет) тройная система для наблюдателей растянута на небосводе сильнее, чем многие созвездия: угловое расстояние от красного карлика до Фомальгаута равно 5,5 градусам.

Фомальгаут примечателен не только тем, что сравнительно близок к Земле и является одной из ярких звезд на ночном небе. Он окружен протопланетным диском, в котором обращается планета-гигант. Фомальгаут b стал одной из первых экзопланет, которую удалось непосредственно сфотографировать при помощи телескопа: впрочем, звание «первой фотомодели» впоследствии оспаривалось, пишет Лента.РУ.



2013г 8 октября извержение с поверхности Солнца отправило в космическое пространство сверхзвуковую волну солнечного ветра. Эта ударная волна прошла мимо Меркурия и Венеры, после чего устремилась к Луне и наконец — к Земле. Ударная волна нанесла мощный удар по магнитному полю Земли, вызвав магнитозвуковой импульс над поверхностью планеты.

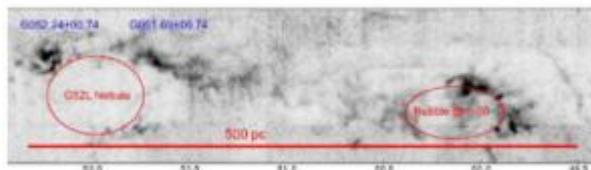
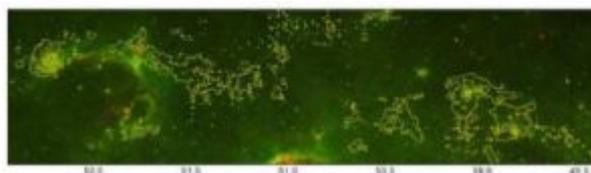
Двойной КА Van Allen Probes НАСА, обращающийся по орбите вокруг нашей планеты в пределах её радиационных поясов, лежащих внутри магнитосферы Земли, запечатлел эффекты солнечной ударной волны до и после её удара по магнитному полю Земли.

В течение годы ученые из обсерватории Haystack Массачусетского технологического университета (MIT), Колорадского университета и других научных учреждений проанализировали данные, полученные этими зондами, и выявили внезапный и довольно мощный эффект, наблюдавшийся сразу после столкновения солнечной ударной волны с магнитосферой Земли. Этот эффект состоял в том, что вызванный солнечной ударной волной магнитозвуковой импульс, длившийся лишь 60 секунд, прокатился по радиационным поясам планеты, ускорив некоторые частицы до сверхвысоких энергий.

«Эти частицы очень легкие, то есть обладают небольшой массой покоя, но они ускорены до

ультрарелятивистских скоростей - так называемые «электроны-убийцы» — такие электроны могут без труда пройти насквозь через спутник, — говорит Джон Фостер, помощник директора обсерватории Haystack MIT. — Эти частицы ускоряются, и их число может вырасти в 10 раз всего лишь за одну минуту. Мы наблюдали весь этот процесс от начала до конца, и это просто удивительно».

Согласно представлениям, развитым Фостером и его коллегами, солнечная ударная волна, сталкиваясь с магнитосферой Земли, отражается от неё и возвращается в космос, в то же время порождая в месте столкновения мощный магнитозвуковой импульс. Этот импульс разгоняет низкоэнергетические электроны до энергий порядка 3-4 МэВ и увеличивает таким образом число высокоэнергетических частиц примерно в 10 раз. Импульс воздействует не на все частицы в равной степени — наибольший эффект наблюдается для тех электронов, частота движения которых по орбите вокруг Земли достигает определенного значения, резонансного с частотой магнитозвукового импульса.



2013г 11 октября в виде препринта (кратко на Лента.РУ) приводятся в статье специалистов из Института радиоастрономии общества Макса Планка о том, что немецкая группа астрономов обнаружила в Млечном Пути крупнейший газовый поток. Струя межзвездного газа протяженностью свыше 1600 световых лет движется со скоростью до 17 километров в секунду. Обнаружить ее удалось при помощи инфракрасной космической обсерватории «Спитцер» (запуск 25.08.2003г).

Исследователи обнаружили газовый поток на снимках, сделанных в нескольких спектральных диапазонах: 3,6, 8 и 24 микрометра. По оценкам астрономов, общая масса газа в потоке достигает ста тысяч масс Солнца. Наблюдения, как поясняют авторы открытия, велись также при помощи радиотелескопов в рамках проекта Galactic Ring Survey: это помогло как уточнить контуры потока, так и определить его скорость. Для уточнения скорости ученые измерили сдвиг частоты в излучении молекул угарного газа (CO), возникающий из-за эффекта Доплера.

Специалисты также смогли найти пузырь газа, который может быть источником газовой струи. В своей работе ученые предполагают, что он возник из-за вспышки сверхновой звезды, а затем часть выброшенного взрывом вещества выдуло в длинный шлейф. Сопоставление длины потока со скоростью

газа позволяет оценить время предполагаемой вспышки: по оценкам исследователей, она произошла порядка 50 миллионов лет назад.

Астрономы подчеркивают, что современные знания о газовых потоках в Млечном Пути весьма обрывочны. Даже попавшая в их поле зрения область содержала и другие облака газа, которые двигались в других направлениях. Исследователи рассчитывают, что со временем удастся составить карту галактических течений, определив характер циркуляции вещества в нашей Галактике.



2013г 16 октября 2013 года В Челябинской области со дна озера Чебаркуль подняли самый крупный осколок метеорита, упавшего в регионе 15 февраля 2013 года. Вес осколка составил оценочно около 570 килограммов — точные данные получить не удалось, поскольку под тяжестью осколка сломались весы. Осколок, при этом, был поврежден во время подъема со дна озера: от него остался один крупный кусок диаметром около 80 сантиметров и несколько мелких, сообщают РИА Новости и Лента.РУ. Позже точное взвешивание этого осколка показало вес 503,333 кг. Предыдущее точное взвешивание показало, что масса метеорита равна 505 килограммам. «В ближайшие годы возможна как потеря веса из-за выпаривания остатков влаги, так и увеличение — в результате образования окислов в его теле», — сказал о колебаниях массы тела профессор физико-технического института Уральского федерального университета, член Комитета по метеоритам РАН, член Международного метеоритного общества Виктор Гроховский.

«По первичному осмотру и характерным для каменных метеоритов признакам можно сказать, что этот осколок является фрагментом метеорита "Челябинск"», — прокомментировал находку доцент кафедры Челябинского государственного университета Сергей Замоздра. На принадлежность к небесному телу, добавил он, указывало характерное оплавление, ржавчина и большое количество вмятин.

Всего в ходе поисковых работ, помимо крупнейшего осколка, на дне озера обнаружили четыре фрагмента метеорита весом от 940 граммов до 4,74 килограмма. Найденные образцы передали для исследования присутствовавшим на месте проведения операции ученым.

Метеорит, который относится к угольным хондритам, вошел в земную атмосферу над Челябинском 15 февраля 2013 года. Первоначально его масса составляла около 10 тысяч тонн, а диаметр — 17 метров. Это самый крупный метеорит из

наблюдаемых падений. Взрыв и разрушение метеорита произошли на высоте в несколько десятков километров. Ударная волна от взрыва выбила стекла в нескольких тысячах домов в Челябинске и близлежащих населенных пунктах.



2013г 23 октября космическая обсерватория Европейского космического агентства (ЕКА) "Планк" завершила работу, сообщается на Лента.РУ - она была отключена 23 октября в 12:10 UTC (16.10 мск). Запуск с космодрома Куру в 13:12 GMT 14 мая 2009 года на борту ракеты «Ариан-5», вместе с ним той же ракетой был запущен орбитальный инфракрасный телескоп «Гершель». "Планк" был запущен для изучения вариаций космического микроволнового фона — реликтового излучения.

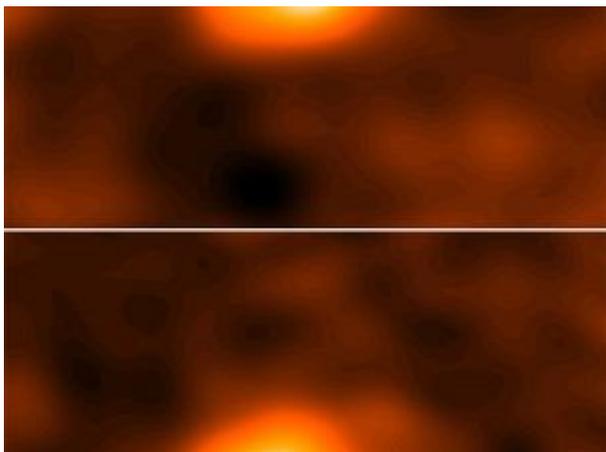
Таким образом, телескоп завершил свою работу по сканированию небесной сферы в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне. Телескоп отработал не только свои положенные 15 месяцев, но и более полутора лет сверх этого. Жидкий гелий позволил «Планку» проработать с мая 2009 по январь 2012 года в холодном режиме и выполнить пять полных обзоров всего неба с использованием всех его детекторов. В это время детекторы с температурой всего 0,1 кельвина были самыми холодными объектами во Вселенной: по крайней мере, если говорить об известной ученым части и о постоянно охлаждаемых предметах, а не разовых экспериментах.

Отправленные на обсерваторию команды воспрепятствуют ее включению и созданию помех в будущем.

Окончательные результаты, полученные в результате миссии, были опубликованы 21.03.2013 г. По данным «Планка», мир состоит на 4,9% из обычного (барионного) вещества (предыдущая оценка — по данным WMAP — 4,6%), на 26,8% из тёмной материи (против 22,4%) и на 68,3% (против 73%) из тёмной энергии.

уточнена постоянная Хаббла; новое значение $H_0 = 68$ км/с/Мпк (то есть с момента большого взрыва прошло 13,80 млрд лет; предыдущая оценка — 70 км/с/Мпк — соответствовала 13,75 миллиарда лет). Из анализа полученных данных удалось более уверенно установить количество типов нейтрино — три типа (электронное, мюонное и тау-нейтрино). «Планк» подтвердил наличие небольшого отличия спектра первоначальных возмущений материи от

однородного (спектральный индекс 0,96), что является важным результатом для инфляционной теории, которая является на сегодняшний день основополагающей теорией первых мгновений жизни Вселенной.



2013г 24 октября подробности со ссылкой на статью исследователей для журнала *Astrophysical Journal* приводит *Phys.org* (статья доступна и в виде препринта на *arXiv.org*), что астрономы из Германии, Нидерландов и США обнаружили вокруг молодой звезды HD21997 газопылевой диск, структура которого противоречит современным представлениям о формировании планетных систем. В нем удалось обнаружить отдельно газовую, а отдельно пылевую составляющие.

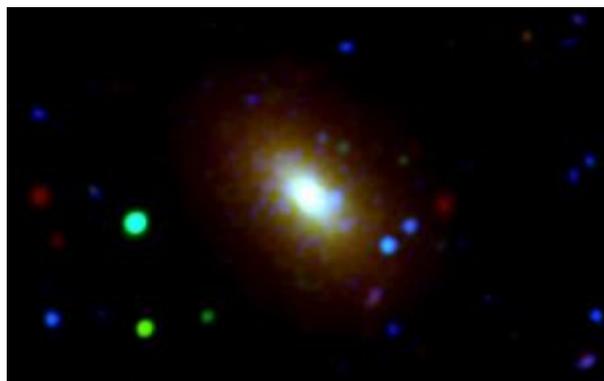
Используя радиотелескоп ALMA (Atacama Large Millimeter Array) на территории Чили, ученые провели наблюдения протопланетного диска у звезды возрастом около 30 миллионов лет. Как и в случае с опубликованным недавно исследованием туманности Бумеранг, астрономы использовали радиоизлучение молекул угарного газа, входящего в состав облака и вдобавок фиксировали микроволновое излучение частиц пыли.

Сопоставление этих данных друг с другом показало, что пыль и газ находятся в разных местах, на разном расстоянии от звезды. Исходя из моделей формирования планетных систем, астрономы ожидали, что газа будет намного меньше, а если он и обнаружится, то в том же месте, что и пыль: поскольку газ в растущей планетной системе должен быть весь поглощен будущими планетами или молодой звездой. Оценки, сделанные теоретиками, гласили что уже через десять миллионов лет после рождения звезды газ вокруг нее должен был исчезнуть, однако это предсказание разошлось с действительностью. Масса только лишь угарного газа в облаке составила около пяти процентов массы Солнца, что значительно больше массы всех планет и астероидов Солнечной системы вместе взятых.

На расстоянии до 55 а.е. от звезды преобладает газ, а пылевое облако начинается дальше и простирается примерно на 140 астрономических единиц от HD21997. Ученые предположили, что газ мог быть выделен при столкновении растущих планет, однако эта версия не объясняла то, что пылевое облако оказалось отдельно от газового, и, сверх того, требовала неправдоподобно большого

числа столкновений с очень высоким выделением газообразных продуктов. Единственным вариантом остается лишь версия изначально гибридной системы, но как она могла получиться и насколько часто встречаются такие протопланетные диски, пока неясно.

Протопланетные диски возникают при стягивании гравитационными силами межзвездного газа и пыли. В центре диска располагается растущая звезда, а сам диск со временем истончается и его материал формирует планеты и астероиды. Протопланетные диски нельзя путать с предпланетарными туманностями (pre-planetary nebula в англоязычной литературе), которые названы так исключительно по историческим причинам: на самом деле «предпланетарные» туманности формируются на поздних этапах жизни звезд и затем переходят в планетарные туманности (последние тоже ничего общего с планетами не имеют), пишет Лента.РУ.



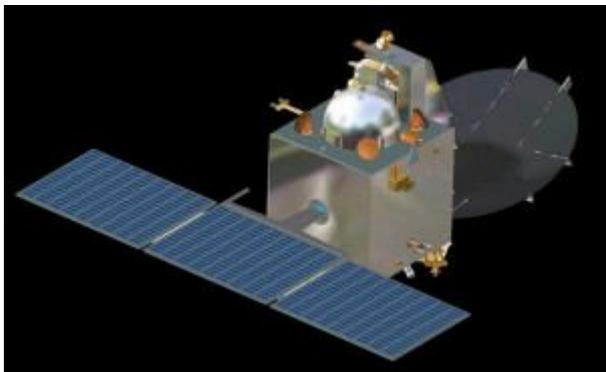
2013г 31 октября официальный сайт NASA приводит статью, что группа американских астрономов нашла у галактик аналог древесных колец. Изучив разные участки галактических дисков, исследователи пришли к выводу о том, что новые звезды в галактиках зажигаются обычно неравномерно. Этот процесс начинается в центральных областях, а потом распространяется на периферию.

Исследователи из нескольких научных центров США выяснили, что разные области галактик различаются цветом. Причем речь идет о цвете в расширенном смысле слова: ученые получали снимки как при помощи инфракрасного телескопа WISE, так и при помощи ультрафиолетового инструмента GALEX. Чем больше в интересующем астрономе участке галактики было молодых и ярких звезд, тем больше этот участок светился в ультрафиолетовой части спектра. Там, где преобладали старые звезды, дошедшие до стадии красных гигантов, напротив, фиксировался избыток инфракрасного излучения.

Ранее астрономы уже знали, что цвет галактик (даже в видимой части спектра) обусловлен преобладанием либо старых, либо молодых звезд. Однако предыдущие ультрафиолетовые наблюдения при этом указывали на то, что это правило может быть не совсем верным: часть явно старых (красных) галактик была слишком яркой в ультрафиолетовом диапазоне. Новые данные, как сообщает NASA, снимают это противоречие: более подробные снимки позволили определить то, что за это избыточное ультрафиолетовое излучение отвечают

старые звезды, уже сбросившие большую часть своей оболочки.

С поверхности Земли можно вести наблюдения только в видимом свете и небольшом фрагменте инфракрасного излучения. Появление технологий, позволяющих вынести телескопы за пределы атмосферы, открыло путь к ультрафиолетовой, рентгеновской, гамма- и дальней инфракрасной астрономии.



2013г 5 ноября 2013 года в 09:08 UTC (13:08 мск) из Космического центра имени Сатиша Дхавана стартовыми расчетами Индийской организации космических исследований осуществлен пуск ракеты-носителя PSLV C-25, которая вывела на околоземную орбиту межпланетный зонд "Мангальян" [Mangalyaan, Mars Orbiter Mission]. В течение трех с половиной недель космический аппарат будет находиться близ Земли, после чего первый (первый индийский зонд вообще к другой планете) зонд взял курс на Марс.

Главной целью запуска, как отмечает ISRO, является испытание технологий, необходимых для "проектирования, планирования, управления и осуществления межпланетных миссий". Организация называет миссию "технологической". Перед ней стоят и научные задачи — исследование поверхности Марса, его минералогии и атмосферы "с использованием отечественного оборудования" с орбиты искусственного спутника.

24 сентября 2014 года зонд вышел на эллиптическую орбиту вокруг Красной планеты. Параметры орбиты: периапсис — 421,7 км, апоапсис — 76 993,6 км, наклонение орбиты относительно экватора Марса — 150°, период обращения — 72 ч 51 мин 51с.

К 3 октября 2014 года все пять научных приборов были включены и проверены. Началось получение данных. Запланированная продолжительность работы "Мангальяна" на орбите искусственного спутника Марса составляла 6 месяцев и заканчивалась 24 марта 2015 года, но после выхода на орбиту спутника Марса на станции осталось 40 кг топлива — вдвое больше, чем предполагалось необходимым для 6-месячной работы, поэтому «Мангальян» продолжил работу для тщательного исследования сезонных изменений и климат Марса.

По итогам работы зонда к 24 сентября 2015 года ISRO выпустила «Атлас Марса» — научно популярный атлас, на 120 страницах которого опубликованы цветные снимки и данные за первый

год полёта на орбите искусственного спутника Марса.



2013г 11 ноября 2013 года прекратил существование спутник GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer — «исследователь гравитационного поля и установившихся океанских течений») — научно-исследовательский спутник, проект ЕКА. Запущен аппарат массой 1100 кг 17 марта 2009 года в 14:21:00 UTC с космодрома Плесецк (Россия) ракетой-носителем "Рокот" с разгонным блоком "Бриз-КМ".

К сентябрю 2009 года спутник спустился до номинальной орбиты высотой 254,9 км. Всё это время происходила проверка всех систем спутника, включая его ионный двигатель на ксеноне. Энергия для создания магнитного поля и ионизации получается с помощью солнечных батарей.

До августа 2012 года аппарат работал на высоте 254,9 километров, после чего его рабочая высота была снижена до 224 километров. На этих высотах достаточно сильно сопротивление земной атмосферы - чтобы оставаться на них аппарату и нужен был ксеноновый двигатель. 21 октября у космического аппарата GOCE практически закончилось топливо, осталось всего 350 грамм и как только оно закончилось, спутник начал сходить с орбиты.

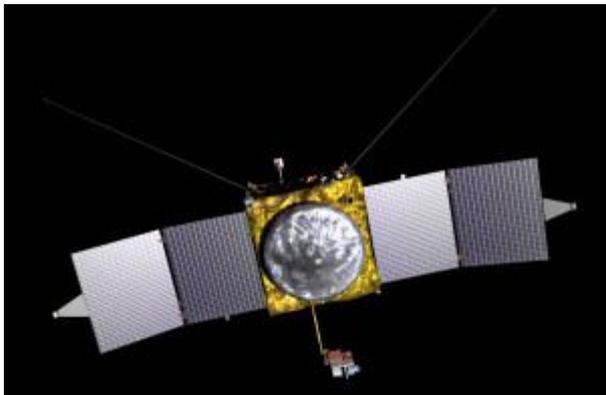
«В ходе проекта были получены удивительные результаты. Мы получили самые точные на настоящий момент данные о гравитационном поле Земли. Только этого достаточно, чтобы признать миссию успешной», — говорит директор программ по наблюдению за Землей ESA Волкера Либига.

29 июня 2010 года ЕКА обнародовало первые модели поля тяготения Земли, построенные по данным спутника GOCE.

С 31 марта по 1 апреля 2011 года в Мюнхенском техническом университете состоялось четвертое международное рабочее совещание пользователей данных GOCE, где был анонсирован ряд моделей гравитационного поля Земли второго поколения.

2013г 18 ноября в 18:28:00 UTC со стартового комплекса SLC-41 Базы ВВС США на мысе Канаверал ракетой носителем "Атлас-5" (v401 AV-038) запущен американский искусственный спутник для исследования атмосферы Марса "MAVEN" (Mars Atmosphere and Volatile Evolution — «Эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе»). Основной целью миссии является изучение современного состояния и эволюции атмосферы Марса, в частности,

скорости потери планетой своей атмосферы. Это двадцатый марсианский аппарат НАСА общей стоимостью проекта MAVEN 671 млн. долларов. Аппарат последний в серии миссий НАСА, предназначенных для поиска и изучения следов воды, органических веществ и «экологических ниш», пригодных для жизни в прошлом Марса.



На орбиту спутника Марса аппарат вышел 22 сентября 2014 года — на три дня раньше индийского аппарата Mangalyaan, хотя MAVEN был запущен на две недели позже. На борту аппарата MAVEN установлено 8 приборов, входящих в три набора:

1. Particles and Fields Package («Набор для изучения частиц и полей») — содержит 6 приборов для исследования характеристик солнечного ветра и ионосферы планеты.

2. Remote Sensing Package («Набор дистанционной регистрации») представлен прибором IUVS (Imaging Ultraviolet Spectrometer — Снимающий Ультрафиолетовый Спектрометр) предназначенным для исследования газового состава нижних слоев атмосферы, в частности, для измерения концентрации углекислого газа.

3. Neutral Gas and Ion Mass Spectrometer (NGIMS, «Нейтральный и ионный масс-спектрометр»), предназначен для измерения соотношений концентраций ионов и нейтральных частиц, а также изучения изотопного состава атмосферы.

Радиокноплекс «Электра» обеспечит передачу данных между MAVEN и Землей со скоростью от 1 Кбайт/с до 2 Мбайт/с.

Научная программа миссии рассчитана на один земной год. В это время зонд будет находиться на эллиптической орбите с высотой апоцентра 6000 км и высотой перигея 150 км, проходя на каждом витке через верхние слои атмосферы.

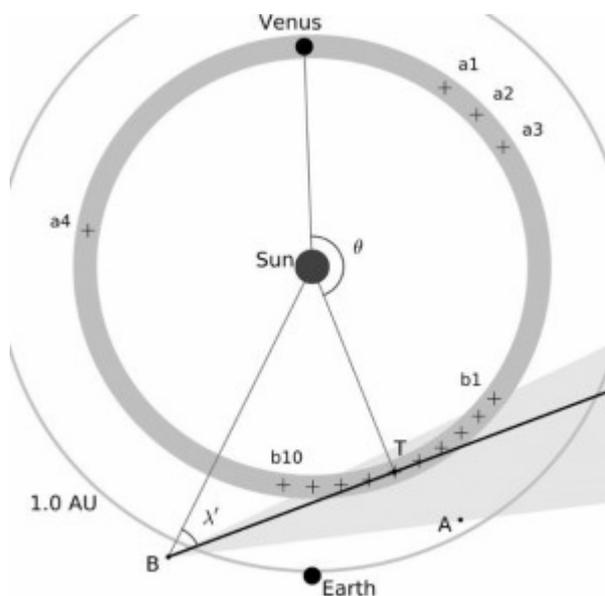
5 ноября 2015 года учёные НАСА, основываясь на результатах спутника MAVEN, сообщили, что солнечный ветер отвечает за потерю Марсом атмосферы на протяжении многих лет, так как экранирующий эффект глобального магнитного поля был потерян вследствие охлаждения планеты.

2013г 21 ноября Space.com приводит подробности исследования астрономов из Великобритании и США, доказавших наличие ранее предсказанного пылевого кольца вокруг Солнца. Оно расположено на уровне орбиты Венеры.

Пыль впервые была замечена еще во время полетов к Венере советских зондов «Венера», но

тогда ученые не пришли к однозначному заключению. В 1990-е годы было обнаружено кольцевое облако пыли на уровне орбиты Земли и специалисты Открытого университета в Великобритании решили попробовать найти такое же кольцо вблизи Венеры. Они смоделировали рассеяние света пылью и затем изучили снимки, сделанные зондами STEREO.

На эти снимки попадало как само Солнце, так и его окрестности вплоть до Венеры. Анализ изображений позволил выявить слабый отблеск пылевого облака именно в том месте, где его ожидали увидеть исследователи. Кроме того, ученые выяснили и то, чем венерианское кольцо отличается от земного - оно имеет более четко очерченные края. Если бы рассеяние света было более заметно, кольцо можно было бы наблюдать с Земли и оно имело бы угловой размер порядка 45 градусов в радиусе.

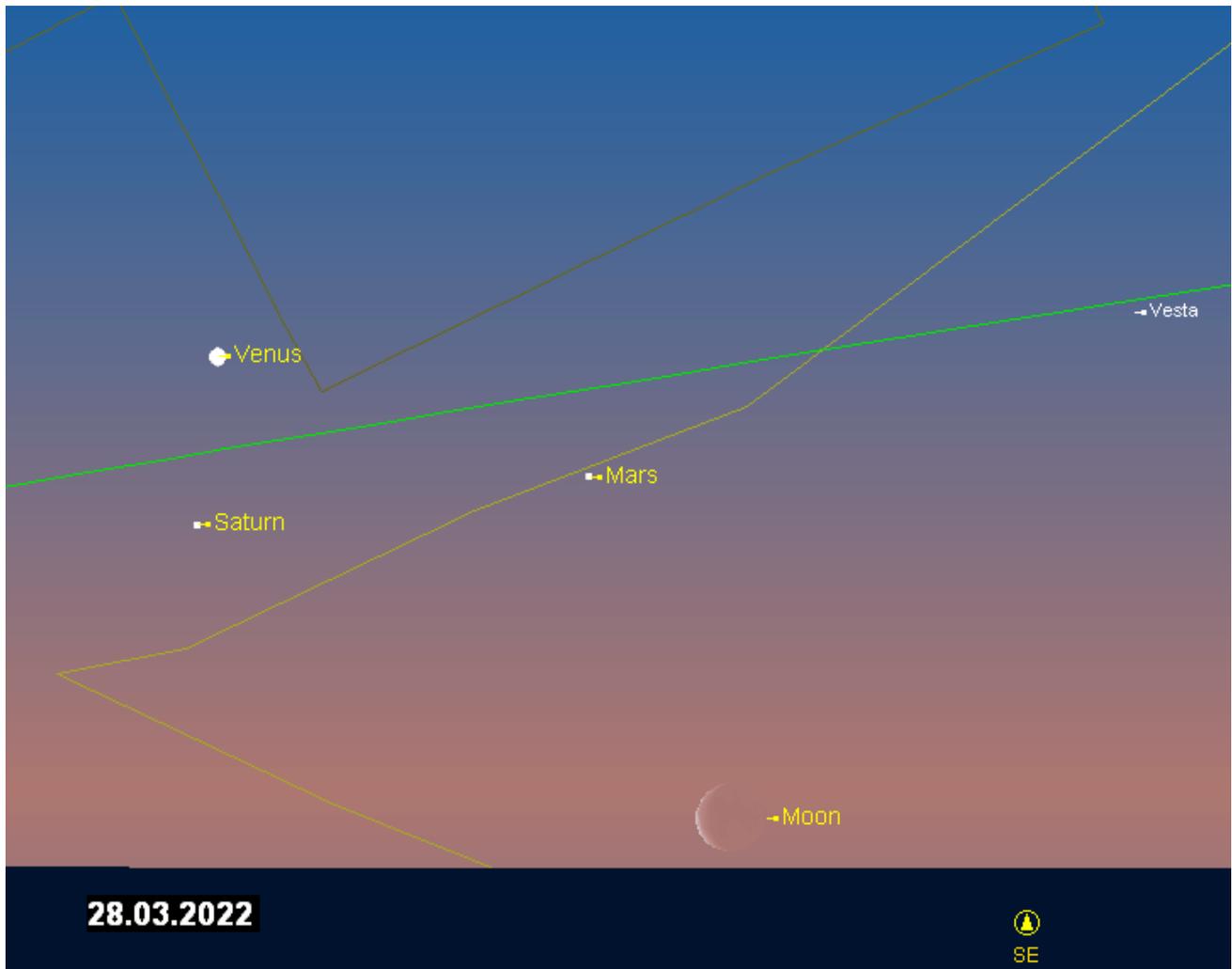


Пыль, как показали исследователи, должна состоять из частиц, скопившихся не ранее нескольких миллионов лет назад. Астрономы подчеркивают, что речь не идет о сохранившихся до наших дней остатках протопланетного диска, а о пыли, которая скопилась вблизи венерианской орбиты за счет орбитального резонанса.

Эффект орбитальных резонансов заключается в том, что периоды обращения соседних небесных тел соотносятся друг с другом как небольшие целые числа. За счет этого они регулярно проходят друг мимо друга и гравитационное взаимодействие стабилизирует их орбиту. Изучение пылевых колец, по мнению исследователей, должно помочь составить более полное представление о динамике планетных систем в целом, включая как Солнечную систему, так и экзопланеты.

Два спутника STEREO были запущены в 2006 году для изучения Солнца. Они расположены на гелиоцентрической орбите с противоположной от Земли стороны и в сочетании с наземными телескопами позволяют получать объемное изображение звезды.

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



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 марта - Луна ($\Phi = 0,05-$) южнее Меркурия и Сатурна,
2 марта - Меркурий проходит в $0,7$ гр. южнее Сатурна,
2 марта - новолуние,
2 марта - Луна ($\Phi = 0,0$) проходит южнее Юпитера,
3 марта - Луна ($\Phi = 0,01+$) проходит южнее Нептуна,
5 марта - Юпитер в соединении с Солнцем,
6 марта - Венера проходит в $4,5$ гр. севернее Марса,
7 марта - покрытие Луной ($\Phi = 0,24+$) звезды сигма Овна ($5,5m$) при видимости на большей части страны,
7 марта - покрытие Луной ($\Phi = 0,21+$) Урана при видимости в Новой Зеландии и южной части акватории Тихого океана,

8 марта - Луна ($\Phi = 0,31+$) в восходящем узле своей орбиты,
9 марта - Луна ($\Phi = 0,4+$) близ Цереры и между Гиадами и Плеядами,
9 марта - покрытие Луной ($\Phi = 0,41+$) звезды каппа Тельца ($4,2m$) при видимости на большей части страны,
10 марта - Луна в фазе первой четверти,
10 марта - Луна ($\Phi = 0,55+$) в апогее своей орбиты на расстоянии 404269 км от центра Земли,
12 марта - Луна ($\Phi = 0,65+$) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,
13 марта - Нептун в соединении с Солнцем,
14 марта - максимум действия метеорного потока гамма-Нормиды ($ZHR = 6$) из созвездия Наугольника,

14 марта - Луна ($\Phi = 0,84+$) проходит севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44),
 16 марта - Луна ($\Phi = 0,95+$) проходит севернее Регула,
 18 марта - полнолуние,
 20 марта - Луна ($\Phi = 0,96-$) проходит севернее Спики,
 20 марта - Венера достигает максимальной западной элонгации 47 градусов,
 20 марта - весеннее равноденствие,
 21 марта - Меркурий проходит в 1,2 гр. южнее Юпитера,
 21 марта - покрытие Луной ($\Phi = 0,86-$) звезды альфа Весов (2,7m) при видимости в Сибири,
 22 марта - Луна ($\Phi = 0,81-$) в нисходящем узле своей орбиты,
 23 марта - Луна ($\Phi = 0,7-$) проходит севернее Антареса,
 23 марта - Меркурий проходит в 0,9 гр. южнее Нептуна,
 23 марта - Луна ($\Phi = 0,64-$) в перигее своей орбиты на расстоянии 369761 км от центра Земли,
 23 марта - покрытие Луной ($\Phi = 0,74-$) звезды дельта Скорпиона (2,3m) при видимости в Сибири,
 25 марта - Луна в фазе последней четверти,
 25 марта - Луна ($\Phi = 0,47-$) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
 28 марта - Луна ($\Phi = 0,17-$) проходит южнее Венеры, Марса, Сатурна и кометы P/Korff (22P),
 30 марта - Луна ($\Phi = 0,03-$) проходит южнее Юпитера и Нептуна.

Солнце движется по созвездию Водолея до 12 марта, а затем переходит в созвездие Рыб. Склонение центрального светила постепенно растет, достигая небесного экватора 20 марта (весеннее равноденствие), а продолжительность дня за месяц быстро увеличивается от 10 часов 43 минут до 13 часов 02 минут на **широте Москвы**. Полуденная высота Солнца за месяц на этой широте увеличится с 26 до 38 градусов. 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/1222232>).

Луна начнет движение по мартовскому около фазы 0,05- наблюдаясь на утреннем небе южнее Сатурна и Меркурия. Фазу новолуния Луна примет 2 марта уже в созвездии Водолея, где при фазе 0,0 пройдет

южнее Юпитера. На следующий день, увеличив фазу до 0,01+ молодой месяц пройдет южнее Нептуна, перейдя затем в созвездие Рыб уже при фазе 0,02+. Недолго пробыв в южной части созвездия Рыб, 4 марта Луна перейдет в созвездие Кита ($\Phi = 0,04+$), а 5 марта снова пересечет границу с созвездием Рыб при фазе 0,07+. Созвездия Овна молодой месяц достигнет 6 марта при фазе 0,17+. Здесь Луна пройдет южнее Урана при фазе 0,21+ (покрытие, видимое в Новой Зеландии и южной части Тихого океана). В созвездии Овна растущий серп пробудет до 8 марта, а затем вступит в созвездие Тельца при фазе 0,3+. 9 марта лунный серп будет находиться близ Цереры и между Гиадами и Плеядами при фазе около 0,4+, а на следующий день примет фазу первой четверти. 11 марта ночное светило ($\Phi = 0,58+$) перейдет в созвездие Близнецов и пробудет здесь до 13 марта, увеличив фазу до 0,78+. В этот день Луна перейдет в созвездие Рака, где 14 марта при фазе 0,84+ пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44). 15 марта яркий лунный овал при фазе около 0,9+ перейдет в созвездие Льва, где 16 марта пройдет севернее Регула при фазе 0,95+. Затем яркий лунный диск устремится к созвездию Девы, в которое войдет при фазе 0,99+ 17 марта. Здесь 18 марта Луна примет фазу полнолуния (наблюдаясь всю ночь) и продолжит движение по созвездию Девы в направлении Спики, севернее которой пройдет при фазе 0,96- 20 марта. 21 марта лунный диск ($\Phi = 0,9-$) перейдет в созвездие Весов и пробудет здесь до 22 марта, когда при фазе 0,77- перейдет в созвездие Скорпиона. 23 марта при фазе 0,71- лунный овал перейдет в созвездие Змееносца, наблюдаясь севернее Антареса. Здесь ночное светило пробудет до 24 марта, когда достигнет созвездия Стрельца при фазе 0,57-. В этом созвездии Луна примет фазу последней четверти 25 марта, а затем устремится к созвездию Козерога, которого достигнет 26 марта при фазе около 0,3-. 28 марта стареющий месяц при фазе 0,17- будет наблюдаться на утреннем небе южнее Венеры, Марса, Сатурна и кометы P/Korff (22P). В этот же день Луна перейдет в созвездие Водолея при фазе 0,13-. 30 марта серп Луны ($\Phi = 0,03-$) пройдет южнее Юпитера и Нептуна, перейдя в этот же день в созвездие Рыб при фазе 0,01-. 31 марта Луна практически при фазе новолуния пересечет границу с созвездием Кита и закончит здесь свой путь по небу марта.

Большие планеты Солнечной системы. **Меркурий** в начале месяца перемещается по созвездию Козерога в одном направлении с Солнцем. 8 марта быстрая планета перейдет в созвездие Водолея, а 25 марта - в созвездие Рыб. Планета наблюдается на утреннем небе, постепенно уменьшая угловое расстояние от дневного светила от 23,5 до 4 градусов. Видимый диаметр Меркурия уменьшается за месяц от 6 до 5 секунд дуги. Блеск

быстрой планеты увеличивается в течение описываемого периода от 0^m до -1,5^m. Фаза Меркурия изменяется от 0,75 до 1,0. Это означает, что при наблюдении в телескоп Меркурий будет иметь вид овала переходящего в диск.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца, 6 марта переходя в созвездие Козерога. Планета наблюдается на утреннем небе, удаляясь к западу от Солнца до 46,5 градусов к максимальной элонгации 20 марта. Видимый диаметр Венеры уменьшается 32" до 22". Фаза Венеры увеличивается от 0,38 до 0,55 при максимальном блеске -4,9^m в начале марта. В телескоп наблюдается яркий серп без деталей, переходящий в полудиск, а затем в овал.

Марс перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца, 5 марта переходя в созвездие Козерога. Планета имеет утреннюю видимость, наблюдаясь на фоне зари. Блеск Марса составляет около +1,1^m, а видимый диаметр загадочной планеты увеличивается от 4,7 до 5,2 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск практически без деталей.

Юпитер перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея, постепенно сближаясь с Нептуном. Газовый гигант находится на вечернем небе до 5 марта, когда вступит в соединение с Солнцем. После соединения Юпитер перейдет на утреннее небо, а найти его на фоне зари можно будет в конце месяца. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы составляет около 33" при блеске около -2^m. 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 фоне утренней зари. Блеск планеты составляет +0,8^m при видимом диаметре около 15,5". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет 14 градусов.

Уран (6^m, 3,5") перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна (южнее звезды альфа этого созвездия). Планета находится на вечернем небе, и может быть найдена 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 13^m.

Нептун (8^m, 2,4") имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Водолея левее звезды фи Aqg (4,2^m). Планета находится на вечернем небе, 13 марта вступая в соединение с Солнцем и переходя на утреннее небо. Для поисков самой далекой планеты Солнечной системы (в период видимости) понадобится бинокль и звездные карты в [Астрономическом календаре на 2022 год](#), а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13^m.

Из комет месяца, видимых с территории нашей страны, расчетный блеск около 11^m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: PANSTARRS (C/2017 K2) и P/Borrelly (19P). Первая при максимальном расчетном блеске около 10^m движется по созвездиям Змееносца и Орла. Вторая перемещается по созвездиям Овна, Тельца и Персея при максимальном расчетном блеске около 8,5^m. 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 созвездиях Стрельца и Козерога при блеске 7,8^m. 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 14 марта в максимуме действия окажутся гамма-Нормиды (ZHR= 6) из созвездия Наугольника. Это - южный поток со склонением радианта -50 градусов. 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 № 03 на 2022 год](#) <http://www.astronet.ru/db/news/>

Александр Козловский, журнал «Небосвод»

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



КА ДАР
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://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

NGC 3314: когда галактики перекрываются



Credit: NASA, ESA, Hubble
Processing: William Ostling