ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

Астроклимат

03'19
март

Небесный курьер (новости астрономии) Астроклимат
Миф, млечный путь и загадки Толкина Еще раз о засветке
Журнал "Земля и Вселенная" 5-2018 Небо над нами: март - 2019

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

Астрономический календарь на 2005 год (архив – 1,3 Мб)
http://files.mail.ru/79C92C0B0BB44ED0AAED7036CCB728C5

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 2019 год http://www.astronet.ru/db/msg/1364103
Астрономический календарь-справочник http://www.astronet.ru/db/msg/1374768

Журнал «Земля и Вселенная» - издание для любителей астрономии с полувековой историей
http://earth-and-universe.narod.ru





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

В мире науки
www.sciam.ru

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

«Астрономическая газета»
http://www.astro.websib.ru/astro/AstroGazeta/astrogazeta
и http://urfak.petrsu.ru/astronomy_archive/

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

Троицкий вариант наука
совместно с scientific.ru
http://www.tvscience.ru/



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

Элементы
http://elementy.ru

Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!
КН на март 2019 года http://www.astronet.ru/db/news/

«Астрономический Вестник»
НЦ КА-ДАР –
http://www.ka-dar.ru/observ
e-mail info@ka-dar.ru

ГРАНИ .ру

Astronet
http://astronet.ru

http://www.nkj.ru/





Вселенная. Пространство. Время
http://wselennaya.com/



Звездочет
www.astronomy.ru

Популярная Механика
http://www.popmech.ru/

http://www.vokrugsveta.ru
1861
Вокруг Света

LENTA.RU

астрофорум

Вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на следующих Интернет-ресурсах:

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

№ 03 2019, vol. 14

Уважаемые любители астрономии!

В южной области неба, посередине между горизонтом и зенитом, выделяется трапеция Льва, с главной звездой "Регул" (α Льва; 1,35m). Ниже Льва глаз с трудом замечает отдельные звездочки маловыразительных созвездий Секстанта, Гидры, Чаши и Ворона.

Зато, двинувшись выше, вы попадете прямиком к Большой Медведице, которая приближается к зениту с востока. Как и всегда, ручка ковша большой Медведицы указывает на Волопас с ярким Арктуром (α Волопаса; -0.05m). Еще восточнее видны Северная Корона и Геркулес, над которыми замысловатой цепью извивается небесный Дракон. А еще далее, у северо-восточного горизонта заметны Лира и Лебедь.

К югу от Волопаса легко видна яркая звезда Спика (α Девы; 0.97m), и только начинают появляться Весы и Змееносец на юго-востоке.

Млечный Путь, вместе с Цефеем, Кассиопеей, Андромедой и Персеем, растянулся вдоль северного горизонта.

Все яркие зимние созвездия расположились в западной части неба. Пока еще на достаточной высоте сияют Возничий, Близнецы и Малый Пес. Значительно ближе к горизонту видны заходящие созвездия Тельца, Ориона и Большого Пса

Двойные звезды: γ и ζ Льва, α Гончих Псов, ζ и g Б.Медведицы; ε, μ, κ и ι Волопаса, α Весов

Переменные звезды: Z Большой Медведицы; W Близнецов; RT Возничего

Зв. скопления, туманности и галактики: χ и h Персея, M1, M35-38, M42, M44-48, M65-67, M81-82, M95-96

http://edu.zelenogorsk.ru/astron/constell/15mar.htm

Ясного неба и успешных наблюдений!

Редакция журнала «Небосвод»

Содержание

4 Небесный курьер *(новости астрономии)*

7 Знаменитые астрономы
Тобиас Майер
Павел Тупицын

16 Астроклимат
Антон Горшков

23 Интересные наблюдения
Еще раз о засветке
Сергей Цуканов

24 Миф, млечный путь и загадки Толкина
Кристина Ларсен

32 Журнал Земля и Вселенная 5-2018
Валерий Щивьев

34 Небо над нами: МАРТ - 2019
Александр Козловский

Обложка: ***Ультима Туле от "Новых Горизонтов"***
http://www.astronet.ru/db/apod.html

Как далекие астероиды отличаются от находящихся близко к Солнцу? Чтобы попытаться выяснить это, автоматический космический аппарат НАСА "Новые Горизонты" пролетел около классического объекта пояса Койпера – 2014 MU69, получившего название Ультима Туле. Это – самый далекий астероид, который посетил созданный человеком аппарат. 1 января аппарат пролетел мимо 30-километровой космической глыбы. Показанная здесь картинка – изображение поверхности Ультима Туле с самым высоким достигнутым пока разрешением. Вид Ультима Туле отличается от изображений астероидов во внутренних частях Солнечной системы – у него необычная структура поверхности, сравнительно мало кратеров, его компоненты почти сферические. Предполагается, что сначала из вещества в ранней Солнечной системе сформировались два объекта – Ультима и Туле, которые стали сближаться и соединились. Основные направления дальнейших исследований – понять происхождение различных областей на поверхности Ультима Туле, установить, есть ли у него разреженная атмосфера и как он оказался окрашен в красный цвет. Также важно понять, что новые сведения о древней Солнечной системе говорят нам о процессе формирования нашей Земли.

Авторы и права: НАСА, Лаборатория прикладной физики Университета Джона Хопкинса, Юго-западный исследовательский институт; Обработка: Томас Аппере
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»)
(созданы редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

Дизайнер обложки: **Н. Демин** , корректор **С. Беляков** stgal@mail.ru
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 15.02.2019

© *Небосвод, 2019*

Интенсивность метеоритной бомбардировки Земли резко возросла в конце палеозоя

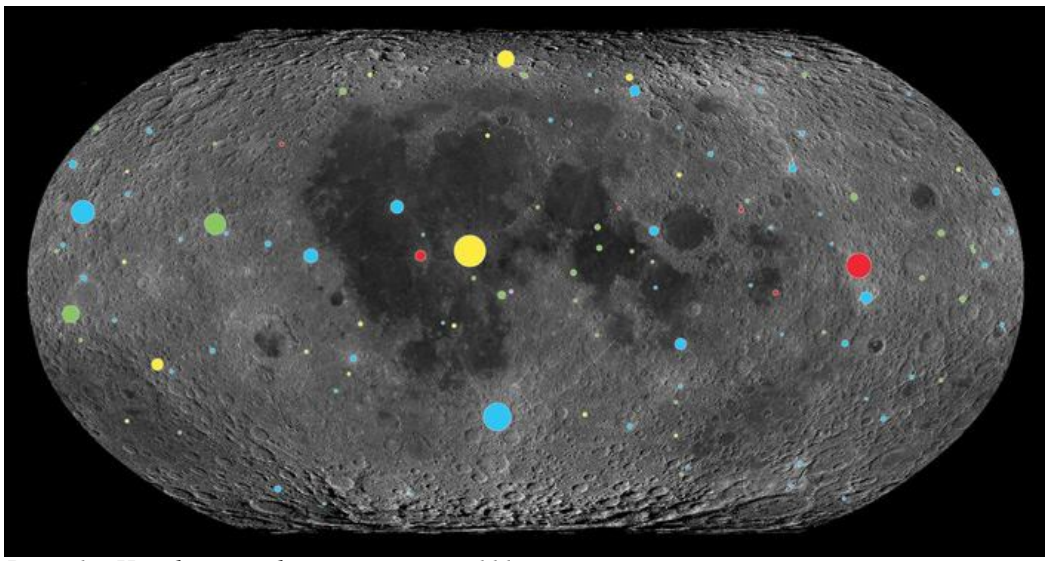


Рис. 1. На фотографии отмечены 111 лунных кратеров диаметром более 10 км. Цветами обозначен их возраст: голубой — моложе 290 млн лет; зеленый — от 290 до 580 млн лет; желтый — от 580 до 870 млн лет; красный — от 870 до 1160 млн лет. Более древние кратеры в рамках данного исследования не изучались. Фото из обсуждаемой статьи в Science

Столкновения с астероидами и крупными метеоритами в истории Земли случались неоднократно. Ученые давно пытались понять, с какой частотой в разные геологические эпохи происходили подобные события. Однако сделать это не так просто, так как главные свидетельства ударных событий далекого прошлого — метеоритные кратеры — либо скрыты под слоями более молодых пород, либо уничтожены эрозией или тектоническими процессами. Ответ на поставленный вопрос могла бы дать Луна, подвергавшаяся бомбардировке теми же метеоритными потоками, что и Земля. Кратеры на лунной поверхности, в отличие от земной, прекрасно сохранились, но до последнего времени отсутствовала простая методика определения их возраста. Использование информации, полученной лунным орбитальным зондом NASA Lunar Reconnaissance Orbiter, позволило впервые определить возраст всех крупных лунных кратеров и сравнить полученные результаты с имеющимися данными для нашей планеты. Выяснилось, что 290 млн лет назад интенсивность метеоритного потока возросла примерно в 2,6 раза.

Столкновения с астероидами и крупными метеоритами — важные события в истории Земли. Последствия таких ударных (импактных) событий могли быть весьма разрушительными. По некоторым теориям, столкновение с астероидом диаметром в несколько десятков километров 252 млн лет назад стало одной из причин самого грандиозного в истории Земли массового пермского вымирания. А мел-палеогеновое вымирание (66 млн лет назад), в результате которого исчезли динозавры, связывают с падением на Землю Чиксулубского метеорита.

Не меньшую роль играли ударные события и в жизни других планет. За последние несколько десятилетий планетологи и астрономы обнаружили, что поверхность Луны, Меркурия, Венеры, Марса, многих крупных астероидов и спутников внешних газовых планет покрыта (зачастую очень плотно) импактными кратерами.

Несмотря на то, что в породах земной коры сохранилась информация за последние 4,0 (из 4,5) млрд лет существования нашей планеты, обнаружить в них следы древних метеоритных кратеров и оценить по их количеству изменение интенсивности метеоритного потока на поверхность Земли в ходе геологической истории довольно сложно. Часто эти импактные структуры перекрыты более молодыми отложениями или стерты эрозией. К тому же действующий на Земле механизм тектоники плит приводит к периодическому обновлению земной коры, и часть информации, находящаяся в континентальной коре, просто теряется при погружении в мантию.

А некоторые метеоритные кратеры своим строением очень похожи на структуры, образующиеся при обычных геологических процессах, таких как тектонические деформации, образование соляных куполов, вулканическая активность, кольцевые магматические структуры. На сегодняшний день известны десятки таких «неподтвержденных» импактных кратеров (см. их список), многие из которых на фото с воздуха выглядят весьма эффектно (рис. 2).

Полный каталог импактных структур Земли, созданный в Сибирском отделении РАН, на сегодняшний день содержит 3403 записи, из которых только 260 признаны достоверно подтвержденными. В мире наиболее авторитетным списком импактных структур считается база данных Earth Impact Database канадского университета Нью-Брансуика, насчитывающая 190 наименований.

Прямым подтверждением импактной природы той или иной структуры являются прежде всего признаки ударного метаморфизма и находки внутри структуры самих метеоритов (или их фрагментов). Ежегодно сообщается об открытии новых импактных структур или новых местах находок импактитов — особых горных пород, образующихся в результате ударного воздействия.



Рис. 2. Кольцевая структура Ришат (Око Сахары) в Мавритании долгое время считалась метеоритным кратером. Однако при более детальном ее изучении выяснилось, что эта тектоническая структура, сложенная осадочными породами (доломитами), возникла в результате куполообразного поднятия слоистой толщи пород и последующей ее эрозии. Фото с сайта worldlist.travel

Подавляющее большинство из обнаруженных на Земле импактных структур имеют возраст моложе 500 млн лет, и непонятно, увеличилась ли интенсивность метеоритного потока в последнее время или же она была более или менее равномерной в течение всего существования Земли, а более древние кратеры были уничтожены геологическими процессами и свидетельства о них не сохранились.

Несмотря на то, что есть так называемая гипотеза поздней тяжелой бомбардировки, согласно которой в период 4,1–3,8 млрд лет назад планеты земной группы подверглись воздействию мощного метеоритного потока, обнаружить признаки подобных событий на Земле пока не удалось. Сведения об импактных событиях в ранний период истории Земли крайне ограниченные и в основном косвенные. С большой долей вероятности слои обломочных пород импактного происхождения (слои выброса) есть в архейских (возрастом 3,47–3,2 млрд лет) отложениях зеленокаменного пояса Барбертон в Южной Африке (Barberton Greenstone Belt) и кратона Пилбара (Австралия). Находки импактитов задокументированы в слоях возрастом 3,4–2,5 и 2,0–1,8 млрд лет. Возраст самой древней из известных ударных структур на Земле — ударного кратера Вредефорт в ЮАР оценивается в 2,02 млрд лет. Таким образом, для ранней истории Земли очень мало информации: ничего для первого миллиарда, несколько слоев выброса в архее и раннем протерозое, и единичные структуры в позднем протерозое.

В научной среде давно существовала идея восстановить историю метеоритного воздействия на Землю, изучив метеоритную «запись» на поверхности Луны, подвергавшейся в течение миллиардов лет тому же ударному воздействию из космоса, что и Земля. Но до недавнего времени надежного и быстрого способа определения возраста лунных кратеров не было. Ситуация изменилась с запуском лунного орбитального зонда NASA Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO), аппаратура которого позволяет делать снимки высокого разрешения (рис. 3) и выполнять целый комплекс научных наблюдений.

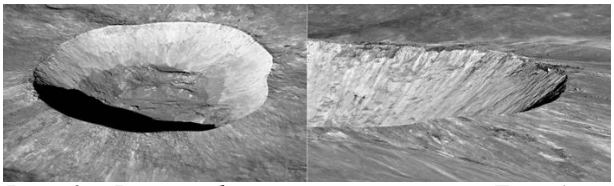


Рис. 3. Фотографии лунного кратера Джордано Бруно, выполненные зондом LRO: общий вид (слева) и фрагмент вала кратера (справа). Диаметр кратера 22,1 км, глубина 1,8 км. Высота вала над окружающей местностью составляет 810 м. Фото с сайта lroc.sese.asu.edu

Группа ученых-планетологов под руководством Ребекки Гент (Rebecca R. Ghent) из Торонтского университета (Канада) использовала для своих исследований данные одного из приборов, расположенных на борту LRO — термального радиометра DLRE (The Diviner Lunar Radiometer Experiment), измеряющего тепловое излучение лунной поверхности в течение суток. В статье, опубликованной недавно в журнале Science, они заявляют, что инфракрасные изображения Луны, сделанные этим прибором можно использовать для оценки возраста всех лунных кратеров моложе 1 млрд лет.

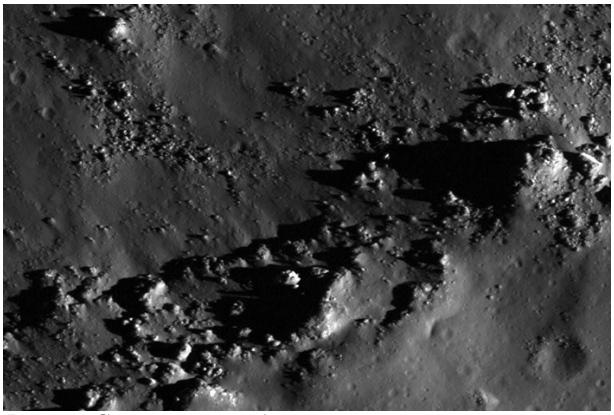


Рис. 4. Скальная породы на южном склоне кратера Коперника. Фото с сайта lroc.sese.asu.edu

Идея заключается вот в чем. При ударном воздействии и образовании кратера на поверхность Луны выбрасываются блоки скальных пород (рис. 4). Зная диаметр и глубину кратера, легко посчитать, сколько материала было выброшено изначально. Выброшенный на поверхность скальный материал начинает разрушаться под воздействием постоянного дождя крошечных метеоритов (на поверхность Земли такие метеориты не попадают, так как они сгорают в плотных слоях земной атмосферы), солнечного излучения и суточных перепадов температуры. А прибор DLRE позволяет увидеть, сколько этой скальной породы осталось на сегодняшний день, так как скальная порода хорошо

видна на инфракрасных снимках: от нее во время лунной ночи исходит заметно больше тепла, чем от реголита — поверхностного слоя сыпучего лунного грунта.

Ранее Ребекке Гент с коллегами удалось установить зависимость деградации (разрушения) кратеров от времени для девяти лунных кратеров, возраст которых уже был известен по данным радиоизотопного датирования образцов, доставленных на Землю в рамках американской программы «Аполлон» (Rebecca R. Ghent et al., 2014. Constraints on the recent rate of lunar ejecta breakdown and implications for crater ages). Тот факт, что условия на поверхности Луны сохраняются неизменными на протяжении последних 3 млрд лет, позволил авторам обсуждаемой статьи применить эту зависимость к большей выборке кратеров (рис. 5): всего было в ходе новой работы изучено 111 кратеров диаметром более 10 км и возрастом моложе 1 млрд лет (рис. 1). По мнению авторов, скальные выбросы более древних кратеров разрушились практически полностью и на изображениях они сливаются с фоном.

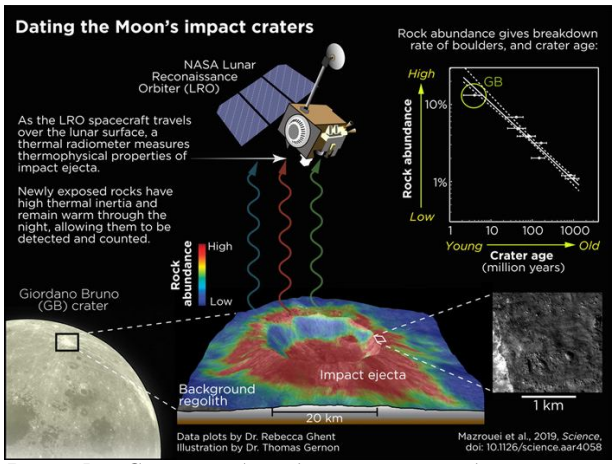


Рис. 5. Схема обсуждаемого исследования на примере кратера Джордано Бруно. Красным показаны скальные породы, синим — реголит. На инфракрасных снимках трехканального термального радиометра, установленного на борту лунного орбитального зонда LRO, виден объем скальных пород (Rock abundance), который позволяет определить возраст кратера (модельная зависимость показана в правом верхнем углу). Рисунок с сайта southampton.ac.uk

Результаты определения возраста лунных кратеров приведены на рис. 6. Из диаграммы видно, что временное распределение самых крупных кратеров (диаметром более 20 км) и кратеров диаметром более 10 км примерно одинаковое, то есть распределение кратеров по времени не зависит от их размера. На эту же диаграмму наложены данные по наиболее крупным земным кратерам (диаметром более 20 км), так как именно крупные земные кратеры сохранились наилучшим образом.

Оказалось, что 290 млн лет назад, в конце палеозойской эры, интенсивность метеоритного воздействия на Луну и на Землю увеличилась примерно в 2,6 раза. Причина скачка интенсивности неизвестна, хотя исследователи предполагают, что это может быть связано с каким-то катастрофическим событием, произошедшим около 300 млн лет назад в главном поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера, которое привело к образованию большого количества обломков, способных достигнуть внутренней области Солнечной системы.

Еще одним важным результатом данного исследования, является вывод о том, что крайне малое количество (по сравнению с более молодыми кратерами) крупных кратеров Земли, относящихся к периоду между 290 и 650 млн лет назад, связано и с более низкой интенсивностью метеоритной бомбардировки, а не только с плохой сохранностью кратеров. А вот практически полное отсутствие земных кратеров, возраст которых превышает 650 миллионов лет, скорее всего, объясняется тем, что мощные эрозионные процессы криогения (850–630 млн лет назад), когда вся поверхность Земли была покрыта ледниками (так называемая гипотеза «Земля-снежок»), уничтожили следы более древних кратеров.

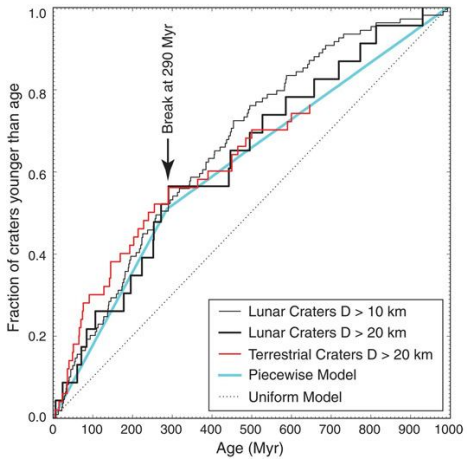


Рис. 6. Накопительная гистограмма распределения лунных кратеров по возрастам. По горизонтали — возраст, от 0 до 1000 млн лет; по вертикали — доля кратеров моложе указанного возраста, от 0 до 1. Условные обозначения: 1 — лунные кратеры диаметром более 10 км; 2 — лунные кратеры диаметром более 20 км; 3 — земные кратеры диаметром более 20 км; 4 — усредненная модель. Стрелкой показана отметка в 290 млн лет — момента, после которого интенсивность метеоритной бомбардировки резко изменилась. Рисунок из обсуждаемой статьи в Science

Хотя авторы обсуждаемого исследования не были первыми, кто предположил, что интенсивность метеоритной бомбардировки Земли менялась в течение геологической истории, они первыми продемонстрировали это статистически и измерили количественно.

Источник: Sara Mazrouei, Rebecca R. Ghent, William F. Bottke, Alex H. Parker, Thomas M. Gernon. Earth and Moon impact flux increased at the end of the Paleozoic // Science. 2019. V. 363. P. 253–257. DOI: 10.1126/science.aar4058.

Владислав Стрекопытов,
https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5272006/Vladislav_Strekopytov

Тобиас Майер

Измерил он землю и море, Луну и звёзды.



Рис. 1. Тобиас Майер.

Кто помнит сейчас такого астронома? Если вы и вспомнили это имя, то это, возможно, будет не герой нашего повествования. Это будет его сын. Даже его родной город многие знают, как родину другого человека: поэта Шиллера, а не астронома Майера.

А ведь был астроном непрост. Самоучка, которому судьбой было суждено стать профессором Геттингена. Сирота, добившийся всеевропейской славы. Он переписывался с Эйлером, его звали Академии Санкт-Петербурга и Берлина; скупое английское Адмиралтейство издало труды астронома за свой счёт.

Каким был Тобиас Майер и почему его слава померкла?

***

Тобиас жил четверть тысячелетия назад. В эпоху, когда европейская цивилизация перешла на новый этап. Рациональный взгляд на человека и мир боролся за господство в умах. Всё больше веря в силу своего разума, люди стали пользоваться его свободой, познавать мир во всех проявлениях. Снова была открыты книги природы, жизни, истории.

Сама суть наступавшей эпохи состояла в рациональном, аналитическом понимании мира. Это была ещё во многом наивная вера, первые шаги познающего разума. Но именно так был начат путь к величию, достигнутому современной наукой. Каждый шаг был полезен, либо приводя к знаниям новым, либо утверждая ошибочность старых. Каждодневное столкновение теории и практики порождало всё новые вопросы и новые ответы. Никто тогда не знал, к чему приведёт то или иное исследование, но все были убеждены, что исследовать – нужно. Чтобы сделать людей свободней, сильней и добродетельней.
Одним из первопроходцев эпохи Просвещения в немецких землях был Тобиас Майер.

Многие его предки жили в юго-западных землях Германии. Дед астронома, тоже Тобиас, был виноделом и бондарем. Он жил в Марбахе-на-Неккаре умер в 1710 году в возрасте шестидесяти пяти лет.

В 1682 году первая жена Анна Мария родила ему сына, которого назвали как отца. Талантливый юноша обучился ремеслу, приобщился к торговле. Не без успеха. Его пытливый ум позволил ему освоить математику, подходящую для простых инженерных расчетов. К сорока годам он стал известным в округе мастером: чинил всё, начиная от карет, заканчивая колодцами.

17 февраля 1723 года в его семье родился будущий астроном. Тобиас был вторым ребенком второй жены и шестым выжившим ребенком семьи Майер. У него было два старших брата – Христиан и Георг Вильгельм, три старшие сестры - Маргарита, Юстина и Ева Катерина.



Рис. 2. Мемориальная доска на родине астронома.

В том же году, судьба сведёт Тобиаса-старшего с дворянином по фамилии фон Пальма. Этот человек предложит решить одну задачу: обеспечить водой свой недавно купленный замок. Собственность располагалась в близлежащем Эсслингене. С успехом закончив этот проект, Майер удостоился приглашения городского совета на должность инспектора земляных работ. Во время годичного испытательного срока инженер объехал близлежащие города, в частности Аугсбург, с целью больше узнать об использовании там различных видов машин. В свободное от работы время Тобиас-старший искал в них недостатки и устранял их. Должность была в результате получена, вскоре семья была перевезена в Эсслинген.



Рис. 3. Дом, в котором родился будущий астроном.

По сохранившимся воспоминаниям, маленький Тобиас был искренне привязан к отцу. Искренне восхищенный ребёнок старался подражать отцу. Он не оставлял попыток достать перо, чернила и бумагу, чтобы начать что-то рисовать и чертить на ней, как делает папа. Добрый Тобиас-старший снисходительно относился к просьбам сына. Проходит год и вот мы уже видим большеглазого мальчика старательно срисовывающим картинки из книг отца. Он явно показывает талант. Через несколько месяцев картинки перестают удовлетворять пытливый ум, и дитя пытается срисовывать буквы. Ему кажется, что в них заключён тайный смысл. Он

верит, что повторение рисунка сможет принести понимание. Вскоре, под руководством любящего отца, он выучит алфавит.

В шесть лет его отправили в школу. С полной верой в его подготовленность. Однако, почти сразу его учитель, Николаи, заметил, что всё не так гладко. Маленький Майер знал буквы, но с правописанием у него были проблемы – он не мог правильно написать слов. В качестве домашнего задания преподаватель задал переписывание книжки из своей библиотеки. По несколько строчек в день. Эта бессмысленная на взгляд ребенка зубрежка, сильно контрастирующая с предыдущим стилем обучения, почти убила интерес к учению. Матери приходилось водить ученика в школу против его воли. Однако, со временем, постоянные упражнения и привычка сделали своё дело. Тобиас научился добиваться успеха в новых условиях. Пройдёт ещё пара лет, и он станет одним из первых в классе. Его память станет ему верным помощником. По указанию учителей он вложит в неё сотни стихов Священного писания, псалмы и покаянные гимны.

К 9-10 годам он стал достойным учеником, которого учителя приводили в пример всем остальным. Это достойное восхищения достижение, конечно, не укрепляло связь мальчика с ровесниками.

Наибольшую печаль маленькому человеку доставляло то, что его любимый отец не может увидеть его успехов. В первые месяцы 1731 года мастер Майер заболел. В следующие несколько месяцев всё более ухудшающееся здоровье сократит мир активного и талантливого человека до пределов его комнаты, прикуёт к постели. 12 августа отец будущего астронома покинет мир живых.

Мать Тобиаса, оставшаяся с пятью детьми, быстро дойдёт до бедности. Чтобы избежать смерти от голода, она будет вынуждена отдать одного из детей в приют. Как пишет биограф учёного: «неизвестно, был ли это сам Тобиас или его брат или сестра». Впрочем, друг последних лет астронома рассказывает, что будто бы тот сам рассказывал, как его отослали из родного дома. Согласно этой истории, старый мэр Эсслингена, хорошо знавший отца, забрал мальчика из приюта. Он также помог Марии Катерине решить проблемы с незавершёнными делами мужа.

Если эта версия верна, то около шести лет Майер провёл в доме старика. Им был, вероятно, Георг Андреас Шлоссберг. Зная и видя таланты сына мастера, покровитель отправил его в ученики к художнику. Именно там будут обретены первые знания о восприятии, цветах, точности зрения, которые позже разовьются в трудах астронома.

Спустя десятки лет об этом периоде его жизни напишут, что он был учеником маляра. Что же поделать, если художник по-немецки – Maler…

Казалось бы, ещё чуть-чуть и Тобиас сможет благополучно войти во взрослую жизнь. Неожиданно к нему приходит весть о смерти матери. Спустя недели он с трудом смог снова думать о будущем, кажется, смирился с горем. Но тут снова судьба выбивает у него почву из-под ног: умирает господин Шлоссберг. Наследникам мэра, его выросшим детям, дела нет до воспитанника отца. Майер снова оказывается в приюте в декабре 1737 года.

Кажется, судьба бросила его. Одиночество и боль потерь скрашивает лишь друг – местный сапожник Готлиб Давид Кандлер. Простой на первый взгляд мастеровой был необычным человеком. Искусство подшивать обувь было лишь его средством заработка. Истинной его страстью была математика. Друг Тобиаса увлекался также архитектурой, гравировкой, резьбой по дереву. Он не мог не оказать влияния на своего младшего товарища. Сложился весьма своеобразный союз. Как позже напишет Майер: «…сапожник и я хорошо ладили. Он был влюблён в математику и у него были деньги на покупку книг, но не было времени читать их. <…> Напротив, у меня было время читать, но не было денег на их покупку. Поэтому он покупал книгу, которую мы оба хотели бы прочитать, и по вечерам, когда он закончит свою работу, я рассказывал ему то, что нашёл заслуживающим внимания».

Четырнадцатилетнему Тобиасу очень понравилась архитектура. Не пройдёт и года, как преподаватель военного дела из местной гимназии представит городскому совету своё предложение. Он хочет отправить Майера учиться артиллерии и строительству оборонительных укреплений.

Совет Эсслингена, однако, не одобрил это, признав знания Майера недостаточными. Условием вступления Тобиаса на военную стезю было получение формального образования, окончания латинской школы.

Юноша испытывал смешанные чувства. Все его знания снова подвергались сомнению. Тобиас не стал опускать руки, но наоборот, приступил к делу с великим усердием. К восемнадцати годам он уже прошёл шестилетний курс обучения. Сдал экзамены по греческому, латыни, закону божьему, географии, истории, математике. Стоит особо отметить, что глава школы давал Майеру математические книги из своей личной библиотеки, видя искренний интерес ученика. До поздней ночи изучались фолианты, конспектировались, расширяли кругозор при дрожащем свете свечи.



Рис. 4. Карта Эсслинга работы Майера.

Помимо обучения, вероятно, не без участия своего друга-сапожника, Майер создаёт с помощью самых простых инструментов карту Эсслинга. Ныне это самая старая сохранившаяся карта этого городка. Зальцман, директор школы, отправил её в Аугсбург, где с неё была сделана гравюра на меди.

Также, во время обучения, юноша сделал в 1739 году планы и карты военных фортификаций. Работа, сделанная под руководством того самого преподавателя военного дела, господина Гейгера, была послана в центр Швабского военного округа.

Так, ещё не окончив образования, Тобиас Майер обрёл значительные знания в геометрии, геодезии, чертежном деле. Это позволило ему уже в 17 лет зарабатывать на жизнь. Он учит тех, кто собирается стать артиллеристом. Юноша и сам мечтает связать свою жизнь с войной.

Параллельно с уроками, он заканчивает свою первую книгу. Рукопись содержит популярное изложение учебника геометрии Христина Вольфа с применением элементов аналитической геометрии. Здесь проявился его талант педагога. С трудом прорвавшись через сложности геометрических доказательств, сам Тобиас излагает их более просто и наглядно. Более очевидно, не боясь ввести новации. Книга эта, конечно, не привлекла внимания именитого Вольфа, однако ученики Майера хвалили её.

Но достигнутые успехи не удовлетворяли его. Уверенный в себе молодой человек стремился к большему. Крохотный Эсслинген стал слишком мал для его амбиций. Всё сильнее стремился юноша к новым знаниям по артиллерийскому и инженерному делу, стараясь найти возможность применить их. Его бывшие ученики, унтер-офицеры, всё сильнее укрепляли убеждённость Майера своими рассказами.

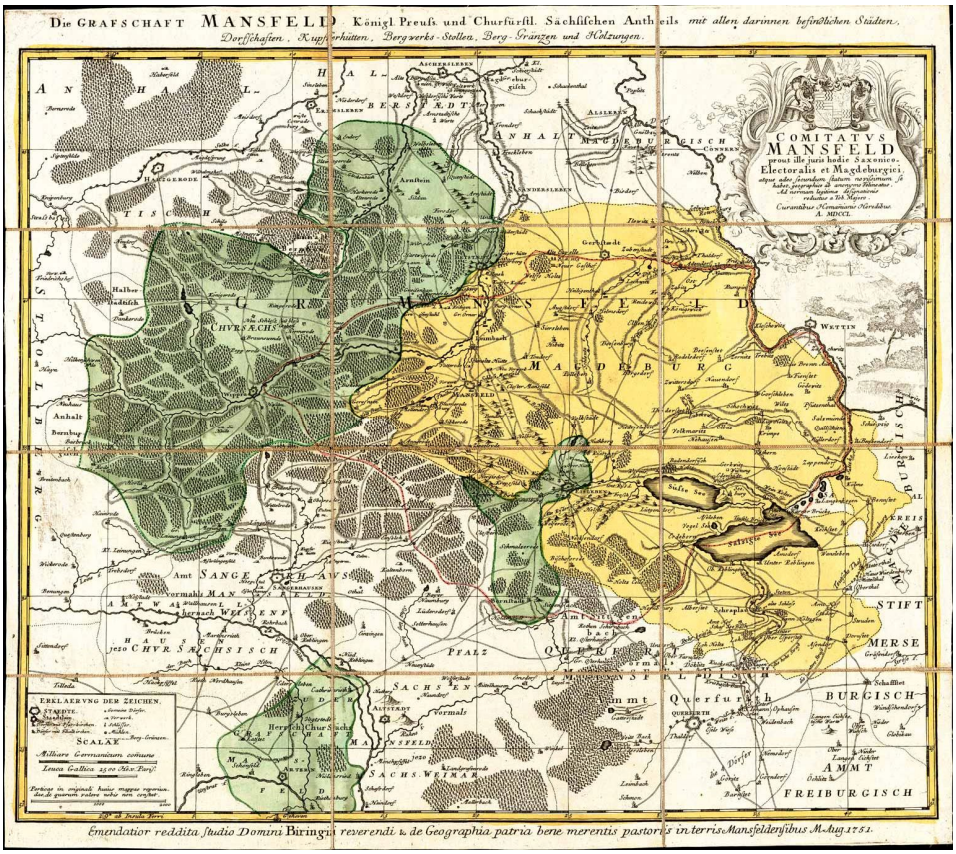


Рис. 5. Карта Мансфельда, бюро «Homann».

Внезапно, ему представился благоприятный случай. На войну за австрийское наследство потянулись войска. Проходили они и через Эсслинген. В попытке схватить удачу за хвост, юноша собирает свои лучшие работы в своеобразное портфолио. Он отдаёт их какому-то офицеру, прося передать их «генералу». Напрасно Майер ждал ответа. Офицер исчез, войска ушли, чертежи пропали навсегда. Так наивный юноша получил суровый урок жизни.

Это был неприятный момент. Тобиас сильно расстроился: среди навсегда утраченных зарисовок, чертежей и планов многие были в единственном экземпляре. Нуждающийся в средствах он на время утратил надежду на военную карьеру, и не знал, как жить дальше. На помощь пришел старый учитель Зальцман. Он рекомендовал Тобиса в Collegium Alumnorum – благотворительный высший колледж. Там верный ученик мог найти бесплатное место для проживания, бесплатные дрова и свечи. Взамен он должен был иногда исполнять обязанности хориста в церквях Эсслинга. Майеру пришлось также просить о льготных условиях питания и сохранения занимаемой им комнаты в обмен на продолжение им своих работ по картографии, артиллерийскому делу и математике.

Ему не отказали. Но достигнутое согласие по столь важному вопросу не очень обрадовало Майера. Это было лишь временное решение, не избавлявшее от самых главных проблем.

Через полгода, в начале лета 1742 года происходит странная история. Она известна в разных версиях. То ли сам Майер, то ли некий фон Витт инициировал побег в Голландию. Говорят, с Виттом был некий Отто. Резоном для бегства были юношеские мечты о новой и лучшей жизни, свободе и самостоятельности. Сам Майер незадолго до этого безуспешно подавал прошение об отправке на берега Атлантики. В ходе разбирательств было выяснено, что вина Тобиаса лишь в одобрении путешествия Витта в Голландию. Впрочем, так гласит официальная версия.

Следующие два года жизни Тобиаса Майера едва видны в темноте истории. Записей не сохранилось. Воспоминания противоречивы и обрывочны. Неизвестно, как и при каких обстоятельствах, наш герой покинул Эсслинген.

1744 год. Аугсбург. Существующее в этом городе картографическое бюро имело своим работником молодого человека, приехавшего из Марбаха. Возможно, кто-то даже знал, что тот приехал в город, где был врачом его старший брат. Но брат, как оказалось, к тому времени уже умер, и юноша находился в стеснённых обстоятельствах. Тем не менее, ему повезло: у печатника Тобиас нашёл тёплый приём. Случай дал ему людей, которые стали ему почти родными. Его, - доброго, скромного, начитанного, - приняли как своего.

Преемником собрата Кандлера в новом городе выступил оптик и механик Георг Брандер. Тобиас Майер с головой окунулся в новый мир. Он использовал все возможности для самообразования. Он упорно изучал все доступные математические труды.

В возрасте двадцати трех лет Майер получает приглашение от лучшего картографического бюро Германии. Иоганн Франц приглашает его в бюро «Homann». Несмотря на щедрые предложения прошлого работодателя, Тобиас всё-таки уехал в Нюрнберг. Но и тут всё было не так линейно, просто. Вполне вероятно, он сам не был пассивным участником своей судьбы. Молодой картограф был увлечён некой случайной компанией в сомнительные увеселения. Всё это могло пустить о нём дурную славу, и Майер с внутренним облегчением покинул Аугсбург. Он ещё не знал своего будущего, но, кажется, чувствовал его.

Иоганн Франц был яркой личностью интеллектуальной элиты Нюрнберга. Бюро находилось на переднем крае исследований, его глава поддерживал переписку со многими крупными учеными своего времени. Именно Франц позже расскажет Леонарду Эйлеру о своём новом сотруднике. Глава бюро ввёл Майера в круг своего общения, познакомил с семьёй и друзьями Хомана. Среди прочих новых знакомств будет Мария Виктория Гнюге. Скромная дочь бишофхаймского пастора чем-то неуловимо понравится Тобиасу.

Иоганн Франц вскоре понял, что не ошибся в талантах Тобиаса. Майер усердно работал, составляя карту за картой, совершенствуя старые методы проекций, применяя и совершенствуя свои знания. По сути, с этого времени можно говорить, что его труды стали решающим фактором его судьбы.

Из биографии в биографию переходит фраза «в течение пяти лет Майер был душой картографического бюро». Это очень верная фраза. Но она, как и всё простое, не охватывает всей истины. Параллельно с подготовкой карт Германии и Швейцарии, Тобиас готовил так называемый математический атлас: общедоступное изложение элементарной математики с её приложениями в механике, астрономии, военном деле и архитектуре. Это было с одной стороны, продолжение и развитие его первой книги, с другой – естественное развитие его интересов.

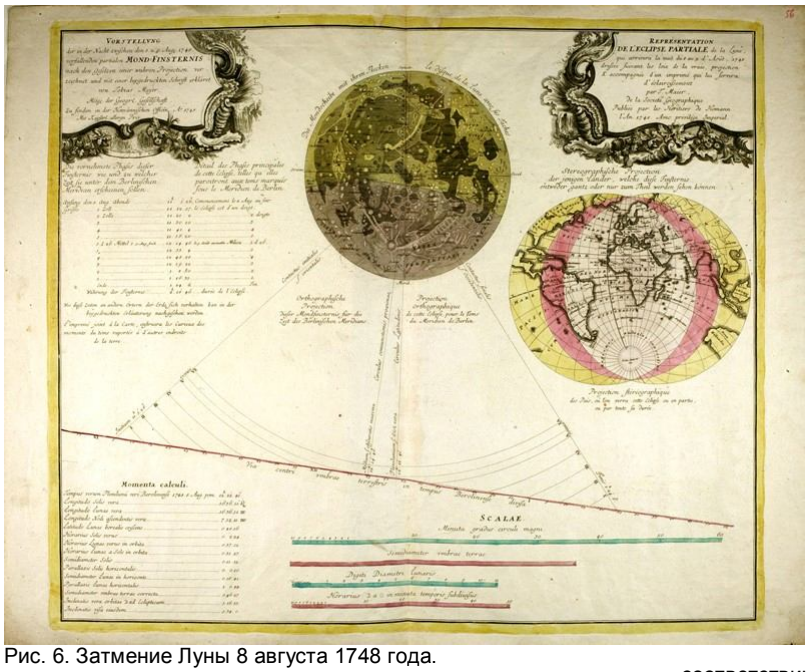


Рис. 6. Затмение Луны 8 августа 1748 года.

Работая над картами, Майер столкнулся сразу с несколькими актуальными проблемами своего времени. В Германии он нашёл лишь 22 точки с более или менее хорошо известными координатами. В целом на планете таких точек было 139, определены они были из астрономических наблюдений. На море ситуация была гораздо хуже. Было большой трудностью добиться точности в определении долготы. Более того, метод определения и применяемые инструменты требовали совершенствования.

Всё это было вызовом для любившего поломать голову молодого учёного. Он раз за разом определяет координаты Нюрнберга, совершенствует микрометр, создает новый угломерный инструмент – зеркальный. Кажется, его энергия неуёмна, он, как и отец, пробует улучшить всё, к чему прикасается.

Атмосфера в Нюрнберге благоприятствовала исследованиям Майера. Здесь он работает рядом с друзьями и единомышленниками. Его близким другом, наряду с Францем, станет Ловиц. Молодой человек также будет работать над картами, совершенствовать свои математические познания и применять их к теории движения Луны.

О судьбе Георга Морица Ловица имеет смысл рассказать подробней. Мориц был ровно на год старше своего друга. Рядом с Майером он будет работать почти двадцать лет. Они вместе составят карту Швейцарии, оба станут профессорами, оба будут наблюдать на прекрасном восьмифутовом квадранте. Ловиц напишет работы о ходе часов, об атмосферном воздухе, будет работать в обсерваториях Нюрнберга и Гёттингена. В 1767 году астроном покинет Германию, чтобы служить Екатерине II. В России будет участвовать в экспедиции по наблюдению прохождения Венеры по диску Солнца, станет академиком, будет заниматься астрономией и географией. В 1774 году он отправится заниматься измерениями для новой карты Российской империи в Поволжье. Экспедиция будет сорвана из-за крестьянского восстания. Вот как написал об этом Александр Пушкин: «Пугачев <с войсками> бежал по берегу Волги. Тут он встретил астронома Ловица и спросил, что он за человек. Услышав, что Ловиц наблюдает течение светил небесных, он велел его повесить поближе к звездам». Так погибнет друг и соратник Тобиаса, прозванный в России Давыдом Егоровичем.

За четверть века до этого, вычисляя обстоятельства затмения Луны, Тобиас натыкается на новые препятствия. Он не может дать точное время покрытия земной тенью деталей лунного рельефа. Причина в том, что их положение недостаточно хорошо известно. Уже почти столетие публикуемые карты земного спутника лишь в общем виде учитывали либраций. Наблюдения покрытий звёзд Луной указывали на проблемы в лунной теории.

Тобиас решил всерьёз заняться ночным светилом. Так талантливый молодой человек, сам того не зная, вступил на путь к своей славе.

В начале 1748 года Майер начинает полуторагодичную серию наблюдений за деталями лунного рельефа. Он вскоре сумеет найти в измерениях эффекты, вызванные эксцентриситетом и либрациями, уточнит положение и наклон оси нашего спутника. Для этого ему пришлось решать задачу сведения 27 условных уравнений к трём условным. Делает он это не потому, что не доверяет ранее полученным уравнениям Кассини, но из любви к истине.

Майер становился астрономом, но был он ещё и географом. Поэтому он стал первым, кто нанёс на Луну координатную сетку. Детали рельефа обрели не только место относительно окружающих, но и координаты на лунном шаре. Это была первая современного вида карта Луны. Она отличалась большей точностью, изображением деталей лунного рельефа в соответствии с законами проекции, наличием масштаба и условных знаков. Естественным продолжением этой работы служил глобус Луны.

Тобиас Майер был не первым, кому пришла в голову эта идея. Изобразить наш спутник наглядно, в виде шара, пытался ещё Гевелий. Но до конкретного воплощения дело не дошло. Астроном, математик и архитектор де ля Гир в 1686 году сделал глобус Луны. Лаланд позже вспоминал, что видел его.

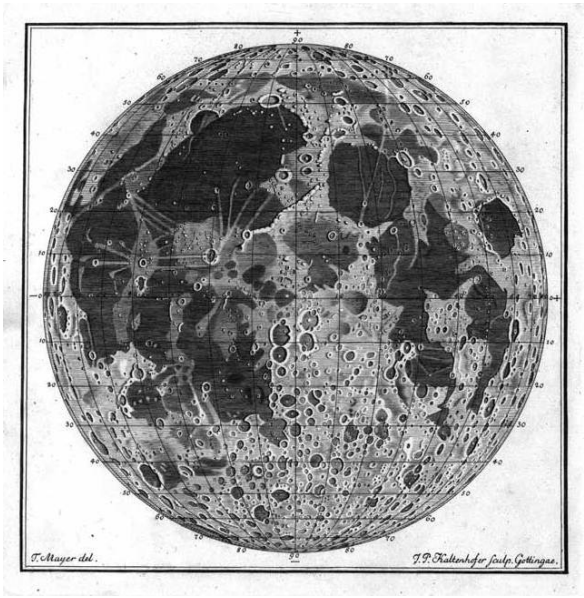


Рис. 7. Лунная карта Майера.

Незадолго до создания глобуса, вместе с Францем и Ловицом, Майер организовывает Космографическое общество. Цель его, по их замыслу, была в привлечении интереса к определению точных координат пунктов. Майер сам написал несколько статей, изданных обществом. Средства общества Тобиас также пытался привлечь для воплощения в материале лунного глобуса.

Были изготовлены несколько сегментов деревянной сферы, несколько медных пластин были покрыты гравировкой. Но дальше дело не сдвинулось. Молодой селенограф пытается добыть средства на дальнейшие работы через организацию подписки на будущий глобус по 30 гульденов за штуку. Его ждёт предсказуемое разочарование. Детали глобуса до конца жизни астроном будет возить с собой. На этот проект будет не хватать времени, он постепенно отойдет на второй план. Судьба этой работы Майера не будет счастливой, но

будет весьма символичной. Деревянные сегменты будут утрачены, медные пластины будут долго пылиться на чужих полках.

Сама лунная карта сохранилась. Кроме всех вышеназванных достоинств, она демонстрирует и трезвую оценку автором своих возможностей. На карте нет деталей, которые нельзя было бы измерить с инструментами Майера. За точку отсчёта была выбрана центральная горка кратера Манилий. Базовыми являются координаты 89 пунктов на лунной поверхности. Как пишет Ж.Ф. Родионова: «Карта Майера стала стандартом в своей области, на который ориентировались последователи. Тобиаса Майера можно считать основоположником немецкой школы селенографов, включающей Лормана, Мёдлера, Шмидта и Фаута».

К рубежу сороковых-пятидесятых годов относится работа Майера, посвящённая вопросу о лунной атмосфере. Сотни ночей наблюдений доказывали её отсутствие. Тень и свет соседствуют, без перехода сменяя друг друга. На Луне нет сумерек, покрываемая ею звезда исчезала мгновенно. Вступить в полемику с астрономом пытался известный библиотекарь и физик Кристоф Милиус, ссылаясь на авторитет Эйлера. Майер уклонился от спора. Позже он скажет: «Я не любитель споров, особенно когда это лично кого-то затрагивает».

Работы «Космографического общества» привлекли внимание академии Георга-Августа в Гёттингене. Перспективного молодого учёного решено было привлечь в свои ряды, в частности для работы в организуемой обсерватории.

Франц напишет о своём коллеге: «Майер – прекрасный наблюдатель, которому, пожалуй, не найдётся равного во всей Германии. Если в Гёттингене действительно будет создана обсерватория, публика может ожидать от него много прекрасных открытий».

В начале 1751 года геттингенцы прислали приглашение. Двадцативосьмилетний Тобиас покидает Нюрнберг. Вместе с ним уезжает Виктория Гнюге, без пяти минут его жена. Им предстоит прожить вместе одиннадцать лет. Это будет хороший брак, и, в общем, счастливый. Тобиас будет отцом восьми детей, из которых переживут его пять.



Рис. 8. Фрагмент карты маршрута Нюрнберг-Гёттинген.

Первое время по прибытии в город Майер приводит в порядок черновики: в пути он не терял времени даром, картографируя свой маршрут. Так начнётся самый плодотворный период его жизни. Здесь Тобиас приступит к тому, что позже назовут делом всей его жизни: созданию лунных таблиц. Здесь решит проблему определения долготы на море – проблему века. Отсюда будет поддерживать переписку с Эйлером. Но обо всём по порядку.

Восемнадцатый век был временем, когда вооруженные методами и идеями Ньютона люди жадно познавали мир. Верилось, что всё в нём можно разумно объяснить. Используя и развивая методы математики, натурфилософы открывали и объясняли всё новые явления. Вселенная, доступная им была вечным миром, где всё управляется законами Ньютона, и прежде всего законом тяготения. Однако первые и самые грубые расчеты показывали, что всё не так просто. Мир состоит не из двух тел, но из многих, и каждое, взаимно притягивается. Никто не знал, что поиск точного решения задачи о движении в поле тяготения трёх тел займёт не одну сотню лет. В Солнечной системе, состоящей из семнадцати известных тогда тел, хорошими примерами были триады Солнце-Юпитер-Сатурн и Солнце-Земля-Луна. Взаимодействие этих тел приводило к возмущениям орбит, которые и старались учесть астрономы.

Люди того времени безусловно сродни героям эпохи Великих географических открытий. Они плутали в неизвестности, рассеивали тьму незнания, с превеликим трудом добывая истину. Тысячи, наверное, сотни тысяч листов бумаги понадобились, чтобы отвергнуть гипотезы, не ведущие никуда. Найти среди океана догадок и ошибок островок истины.



Рис. 8. Тобиас Майер

В письме к Эйлеру Майер написал: «Практические части математики, которые я обязан преподавать в здешнем университете, часто дают мне повод задуматься над связью теории с практикой». В этой фразе – весь он. Ясно видя, что современная лунная теория не может дать точное положение Луны, он подходит к ней как практик.

Победа над строптивой Луной могла помочь решить одну из насущных задач того времени – проблему нахождения долготы корабля в открытом море. Задолго до рождения нашего героя, в 1714 году британское Адмиралтейство по совету Ньютона объявило награду за метод нахождения долготы корабля на море. Денежные премии были распределены в зависимости от точности нового метода. Высшей наградой служили 20 000 фунтов стерлингов. Это эквивалентно примерно 2 300 000 фунтов сегодня.

Эту сумму получил бы человек, который предложит способ находить долготу на море с ошибкой в тридцать угловых минут. В случае наблюдений за Луной, нужно было знать её положение с точностью до одной угловой минуты. Точность наблюдений, само собой, тоже не должна была превышать эту величину.

Эту задачу и взялся обдумывать Тобиас Майер.

Для второй половины её ответ уже был. Астроном скромно предлагал свой зеркальный инструмент. Он позволял,

используя многократное отражение, повысить точность наблюдений в десяток раз. Вопреки всему, его ждало разочарование. Модель, посланная им в Лондон, была признана тяжелой и неуклюжей. Конечно, оригинал мог быть гораздо лучше, но времени и средств на его совершенствование у Тобиаса не было. В конце концов, инструментом для наблюдений Луны был выбран зеркальный секстант Бёрда.

На момент, когда к теории Луны приступил Майер, её построением занимались уже не одну тысячу лет. Последние шестьдесят лет для этого использовалась теория всемирного тяготения Исаака Ньютона. Это было нечто кардинально новое, то, чему ещё не доверяли. Вычисленное Галлеем, возвращение кометы ещё не случилось. Неравенства лунного движения не получалось полностью описать. Как позже напишет академик А.Н. Крылов: «Лунная теория была пробным камнем не только для Луны, но и теории тяготения вообще».

С высоты современности путь к законам движения Луны кажется прямым и гладким, от одного достижения до другого. Но он спрямлен лишь для удобства изложения. Гении того времени брались за задачу вычислить сложное движение Луны, учесть влияние Солнца и планет, формы Земли. Клеро и Д'Аламбер выпускали работу за работой, но их ум приводил их к одинаковым решениям, всё так же не сходящимся с реальностью.

Новая геттингенская обсерватория действительно начнёт строиться, заведовать ею будут два профессора: Сегнер и Майер.

Несколько месяцев наблюдает Майер Луну. Он размышляет над теорией рефракции, вычисляет раз за разом параллакс нашего спутника. Вскоре после переезда в Гёттинген и своей свадьбы Тобиас решается на важный шаг. В июле 1751 года пишет письмо Эйлеру, в Берлин, где описывает полученные результаты и имеющиеся трудности. Через три недели приходит ответ, положивший начало длительной переписке. Так вышло, что сам Эйлер как раз в это время занят размышлениями над тревожащими Майера вопросами. Тобиас получает от старшего коллеги лестные отзывы, помогает ему и подбадривает в трудной борьбе. Всего известно о тридцати двух письмах астрономов друг другу.

Несколько раз в своей жизни Эйлер возвращался к вопросу движения Луны. Очередную свою работу он выпустил в 1753 году. Два альтернативных подхода будут развиты в основной части и приложении. Координаты Луны были разложены в ряды. Коэффициенты в функциях, составлявших эти ряды, приходилось частично брать из наблюдений. «…Мои таблицы, выведенные из теории, - как пишет сам Эйлер, - часто отклоняются более чем на 5'». В это время Майер, полностью подбирая коэффициенты из наблюдений, доводит точность своих лунных таблиц до 2 угловых минут. Сделал он это, опираясь на теоретические работы Эйлера о планетах и работу Ньютона от 1704 года. Сам Майер осознавал, меру своего вклада в таблицы. «Я был бы в высшей степени неблагодарным человеком, если бы хотел присвоить их только себе одному», - напишет он Леонарду Эйлеру.

Признавая, что «в астрономии никто ещё не достиг … таких высот», последний рекомендует Майера президенту Берлинской Академии наук. Великий математик тактично спрашивает своего молодого коллегу, сможет ли он и на каких условиях принять это предложение. Тобиас ответил, что его, прежде всего, привлекает в Берлин возможность общения с коллегами-учёными. Однако, как познавший с младых ногтей бедность, астроном не упускает и финансовых вопросов. Почти с мелочностью, интересуется он всеми возможными статьями расходов в Берлине. Нельзя это записать в недостаток семейному человеку, отношения Тобиаса с финансами всегда были непростыми.

Почти год ситуация с переводом Майера находится в подвешенном состоянии. Но профессор, как всегда не теряет времени. Все свободные часы, оставшиеся от университетских обязанностей, отдаёт он совершенствованию своей теории Луны. Сравнивая наблюдения с теорией, находит ещё одну проблему: неточность звёздных каталогов. Майер оперирует в вычислениях то десятью, то тридцатью секундами дуги, что превышает точность имевшихся у него каталогов. Так рождается идея каталога звёзд эклиптического пояса.

В 1754 году Майер получает ещё одно предложение, уже от Российской императорской Академии наук. Эйлер, безусловно, принявший участие в этом, советует не торопиться его принимать, пока нет ответа из Берлина. В том же году французский теоретик Д'Аламбер с насмешкой отзывается о работе Майера, выказывая полное неверие в небывалую точность полученных результатов. Его подход был полностью аналитическим, точность его предсказаний была сравнима с эйлеровой. Впрочем, результаты берлинского профессора он так же не хотел признавать.

В августе Майер получает письмо с согласием Берлинской академии на все его условия. Хороший оклад в 700 рейхсталеров, бесплатная квартира, обсерватория и Леонард Эйлер ждут его. Но возникла ещё одна бюрократическая трудность: для отъезда оказалось необходимым получить одобрение отставки у Его Величества. Георг III, второй представитель Ганноверской династии на британском престоле был более немцем, чем англичанином, поэтому его решение было очевидно. Майеру было предложено самому назначить себе условия, на которых он согласился бы остаться. К удивлению Майера они были приняты: жалование увеличено, а обсерватория переходила под его единоличную власть. Иоганн Сегнер был вынужден уехать в Галле. Тобиас действительно не ожидал такого поворота событий и был в смятении, оказавшись перед непростым выбором. Он сел он за письменный стол 6 октября, чтобы написать Эйлеру письмо.

«Ваше Высокородие, Глубокоуважаемый господин директор.

Вряд ли было мне в жизни что-нибудь так тяжело, как написание этого письма, в котором я вынужден Вам сообщить, что не приеду в Берлин. Я просил об отставке самым определённым образом.<…> Меня здесь, кажется, оценили более высоко, чем я того заслуживаю. И таким образом, моя судьба не пожелала, чтобы я мог воспользоваться теми преимуществами, которые Вы создали для меня в Берлине и за которые я, тем не менее, буду Вам глубоко обязан до конца своих дней. При этом меня особенно огорчает, что я потерял надежду войти в более близкое общение с Вашим Высокородием. Но ещё значительно больнее будет мне, если я … лишусь Вашей драгоценной благосклонности и возможности письменного общения с Вами».

Ответ Эйлера не сохранился, но ясно, что он произвел на Майера тягостное впечатление. Тем не менее, переписка прервана не была. Майер не уехал в Россию, как Ловиц. Майер не уехал в Берлин, который менее чем через 10 лет капитулирует перед русско-австрийской армией. Тобиас остался в Гёттингене.

В истории небесной механики Тобиас Майер упомянут вскользь. Ему не удалось внести решающий вклад в теорию, наравне с Эйлером или Ньютоном. Но он сделал нечто более важное. Построил на основании их работ таблицы, которые можно было применить на практике. И, что заслуживает особого внимания, их можно было легко усовершенствовать.

Этим в частности, занялся Джеймс Брадлей. Сравнивая таблицы Майера с наблюдениями своего предшественника, Эдмунда Галлея, королевский астроном нашёл их хорошее согласие.

В 1756 году обсерваторию оснастили квадрантом, созданным известным мастером Джоном Бёрдом. Именно этот мастер несколько лет назад выполнил аналогичный заказ для Гринвичской обсерватории. Первое время Майер будет тщательно исследовать инструмент. Пять лет проведёт он, наблюдая с ним звёзды. С этим инструментом, само того не зная, проведёт одно важное наблюдение. В начале 1756 года Майер измерит положение звездочки шестой величины. Через 25 лет, посмотрев на неё, Гершель увидит диск. Земляк-ганноверец подумает, что нашёл комету, но это будет не так. Это планета, которая позже получит имя бога Урана.

Epochæ mediorum motuum Lunæ,

Tempore medio currente sub meridiano Observatorii Grenovicensis.

Stylo Gregoriano.		Long. med. ☽	Long. Apog. ☽	Longit. ☌
		S ° ′ ″	S ° ′ ″	S ° ′ ″
Anni post C. N.	1780	7. 5. 19. 46	10. 11. 44. 37	2. 0. 2. 10
	1781	11. 14. 42. 51	11. 22. 24. 27	1. 10. 42. 27
	1782	3. 24. 5. 57	1. 3. 4. 18	0. 21. 22. 44
	1783	8. 3. 29. 2	2. 13. 44. 8	0. 2. 3. 1
	1784	0. 26. 2. 43	3. 24. 30. 40	11. 12. 40. 7
	1785	5. 5. 25. 48	5. 5. 10. 30	10. 23. 20. 24
	1786	9. 14. 48. 53	6. 15. 50. 21	10. 4. 0. 41
	1787	1. 24. 11. 59	7. 26. 30. 11	9. 14. 40. 58
	1788	6. 16. 45. 39	9. 7. 16. 43	8. 25. 18. 4
	1789	10. 26. 8. 45	10. 17. 56. 33	8. 5. 58. 21
	1790	3. 5. 31. 50	11. 28. 36. 24	7. 16. 38. 38
	1791	7. 14. 54. 55	1. 9. 16. 14	6. 27. 18. 55
	1792	0. 7. 28. 36	2. 20. 1. 46	6. 7. 56. 1
	1793	4. 16. 51. 41	4. 0. 42. 36	5. 18. 36. 18
	1794	8. 26. 14. 47	5. 11. 22. 27	4. 29. 16. 35
	1795	1. 5. 37. 52	6. 22. 2. 17	4. 9. 56. 52

Рис. 9. Фрагмент таблиц Майера, издание 1770 года.

Все исследования Майера были органично взаимосвязаны. Параллельно с работой над таблицами Солнца и Луны, вопросом условий видимости затмений, занимается вопросами рефракции, восприятия цвета, созданием каталога зодиакальных звёзд. В последнем он достигает, как и в случае с теорией, максимально возможного качества. Точность его наблюдений можно поставить наравне с точностью Брадлея и Лакайля. Если бы Майеру выпала возможность и прожить долгую жизнь, кто знает, каких высот бы он добился. В его жизни, как мы видели, много таких «если бы».

Майер всегда стремился глубоко докопаться до причин явлений и проследить общие, глобальные последствия. Он задавал вопросы, опережавшие своё время. Интересовался, как изменяется температура с высотой над землей, вычислял высоту атмосферы, прикидывал распределение тепла в разных широтах планеты.

Он видел мир глубоко взаимосвязанным, и каждое новое явление заставляло его задумываться о причинах. Любопытство приносило ему много причин для радости, но вело к тому, что он фактически разбрасывался временем, увлекался многим сразу. Как и многие его современники, скажем в его оправдание. После чудовищного Лиссабонского землетрясения 1755 года, написал о его возможных причинах.

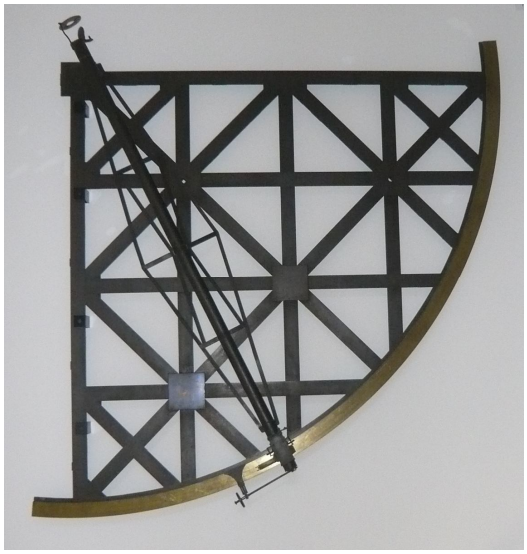


Рис. 10. Гёттингенский восьмифутовый квадрант.

Профессор Майер был в расцвете сил, когда началась война, которой суждено охватить несколько континентов. Она продлится семь лет и унесет жизни примерно миллиона человек.

Летом 1757 года французская армия подошла к Гёттингену. Жители города собрали две делегации, перед которыми стояла задача добиться хороших условий капитуляции. Тобиас Майер был членом делегации от университета. Речь зашла о капитуляции из-за сложной ситуации: соседние городки сдавались один за другим, а Гёттинген обладал гарнизоном лишь в 200 солдат. Город не мог оказать достойного сопротивления. Французы, чувствуя свою силу, пригрозили голодом. Профессор Майер, с присущим ему чувством юмора ответил, что людей его профессии не запугать старым знакомым. В конце концов, делегации удалось достигнуть соглашения о правах студентов, профессоров и горожан. Город сдали французам без боя. Никто не знал тогда, чем обернётся это решение.

В конечном счете, город будет находиться в зоне боевых действий пять лет. Майер, как и его сограждане, будет обречён на всё возрастающие страдания. Население сократится с 16 тысяч до восьми. Ситуация ухудшится во многом из-за смены командования французской армии. Реквизиции продовольствия, работы по укреплению оборонных сооружений, всё большая наглость французских солдат будут прямыми нарушениями достигнутых договоренностей. Однако обратить ситуацию вспять уже будет нельзя.

Университет, благодаря покровительству французского маршала не подвергся разгрому, но преподавание в нём пришлось остановить. Студенты приходили домой к Майеру. Однажды, во время одной из таких лекций раздался грохот: французские солдаты стали разрушать крыло его дома. Ломали на дрова. Они добывали топливо, где могли, где не встречали сопротивления. Недавно так же был сожжён сарай Майера и был вырублен его сад. Сам же профессор едва не был покалечен французским поваром.

Угнетающая обстановка заставляла Майера искать душевного покоя в работе. Он дополняет свои таблицы и карты; вычисляет возмущения орбиты Марса Юпитером; исследуя ошибки меридианного круга, выводит то, что теперь известно как основное редукционное уравнение или уравнение Майера. Изучая возможности своего зрения, астроном самостоятельно придёт к мысли, что можно все цвета выразить через комбинацию трёх. А именно красного, желтого и синего. Смешивая их в разной пропорции, он получил 91 "идеальный цвет". Тобиас составляет каталог 998 звёзд эклиптического пояса. Сравнивая свои данные с теми, что получил Рёмер, открывает собственные движения 59 звёзд. Высказывает предположение, что изучая их, можно определить направление движения Солнца среди звезд. Позже, эту работу сделает Гершель.

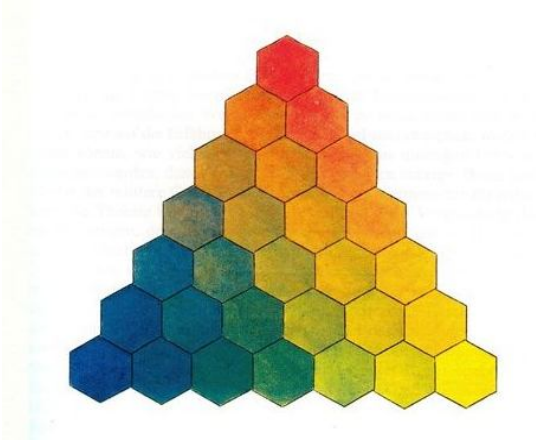


Рис. 11. Цветовой треугольник Майера по версии Лихтенберга.

В оккупированном городе даже работа астронома становится опасной. Его обсерватория постоянно подвергалась риску быть разграбленной. Одной из темных ночей рядом с ней раздался мощный взрыв – близлежащий склад пороха взлетел на воздух. Семнадцать человек погибло, астроном отделался испугом.

Последние месяцы жизни Майера были тягостными. Он мало ел, плохо спал. Ночью беспокоили паразиты, днём – оккупанты, что в прочем почти одно и то же. Денег не

хватало. И вовсе не потому, что «вера в науку убила астрологию и лишила дополнительного источника дохода», как он мрачно пошутит однажды.

Астронома не оставляет мысли о море, об обещанной премии Адмиралтейства. Майер делает всё возможное, чтобы направить своего ученика в Аравию, с целью проверить свой новый зеркальный инструмент. Прозванная «счастливой», родина арабов едва не погубила Карстена Нибура, но эксперимент был завершен успешно. Новый инструмент давал возможность точных измерений на корабле в открытом море. Майер стоял в шаге от завершения своей работы: стоило лишь показать Адмиралтейству добытую истину. Таблицы Майера и его инструмент, были долгожданным решением задачи об определении долготы на море.

Вскоре радость ушла: астронома охватила горячка. Это оказался тиф. Бич войны, укладывавший в могилу больше солдат, чем штыки и пули. Перед смертью астроном попросил жену отправить отчёт Нибура, лунные и солнечные таблицы в Лондон. Своей последней волей он заботился о будущем любимой Виктории и детей.

Сердце Тобиаса Майера перестало биться 20 февраля 1762 года.

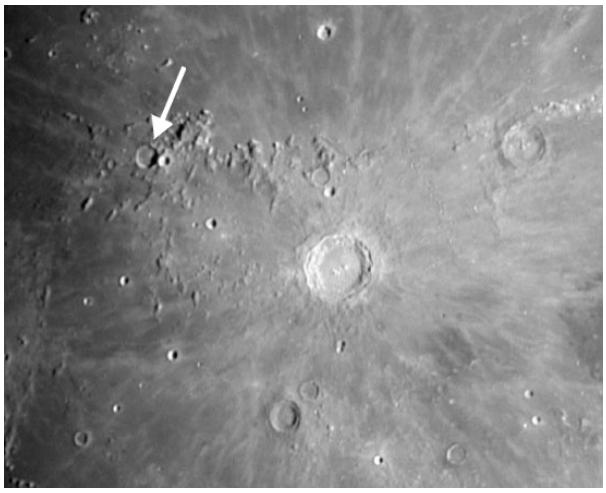


Рис. 12. Лунный кратер Майер (указан стрелкой).

До конца войны пройдёт один год. Семья после смерти Тобиаса вскоре впадёт в нужду, Виктория потеряет двух дочерей, продаст рукописи мужа обсерватории. Только помощь друзей спасёт её в разорённом Гёттингене.

Таблицы, отправленные в Лондон, будут долго рассматривать и перепроверять. Только через 12 лет после смерти мужа вдова получит 3000 фунтов стерлингов, по современным меркам это эквивалентно примерно 300 000 фунтов. Сумму вшестеро меньшую, чем ту, на которую он рассчитывал. Причиной этого послужила не грубость вычислений Майера, как можно было подумать. Дело в том, что когда Тобиас отходил в мир иной Джон Харрисон испытывал свой морской хронометр. Долгие разбирательства в преимуществах разных методов затягивали дело, но после почти двадцати лет борьбы Харрисон получил полагавшуюся награду.

Виктория Майер последует вслед за супругом в 1780 году. Она увидит, как её старший сын окончит Гёттингенский университет, женится, станет доктором и профессором. Со временем он станет известным преподавателем, его учебники будут переиздаваться не раз. Профессор Майер умрёт глубоким стариком в 1830 году.

Таблицы, основанные на принципе его отца, использовались астрономами более пятидесяти лет.

P.S.

Судьба оставшихся не неизданными при жизни Майера работ печальна. Их брался разобрать и издать профессор Лихтенберг, но до конца дело не довёл. Большая часть физических трудов Майера скоро утратила актуальность из-за быстрого прогресса науки. Они были изданы лишь частично стараниями его сына. Дальнейшие публикации увидели свет лишь в конце девятнадцатого века, когда представляли интерес только для историков.

Зеркальный инструмент Майера был использован и прославлен французским мореплавателем по имени Жан-Шарль де Борда. Поэтому слегка усовершенствованный инструмент Майера вошёл в историю как «круг Борды».

Новый всплеск интереса к творчеству натурфилософа случился в конце двадцатого века. Энтузиасты начнут исследовать его творчество, создадут «Ассоциацию Тобиаса Майера» и музей. Будут написаны книги, поставлены памятники, названа улица.



Рис. 13. Улица Майера в Марбахе-на-Неккаре.

Есть еще, что открыть в коридорах истории астрономии. Не так давно вышла книга, исследующая расчёты астронома для лунных таблиц. Его метод поиска приближенных решений опережал своё время, и позже был переоткрыт Гауссом. Организуемые ассоциацией конференции стали доброй традицией. Выставки, посвященные его творчеству, не раз объехали города Германии.

Можно вообразить, как благодаря этим усилиям случится чудо. Тобиас оживёт через память любящих его людей, снова посмотрит на Луну и восхитится точностью наших карт...

Список литературы.

1. *Сурдин В.Г. (ред) Путешествия к Луне, 2014.*
2. *Куликовский П.Г. (ред) Историко-астрономические исследования. Выпуск 5, 1959.*
3. *Steven Wepster. «Between_Theory_and_Observations», 2010.*
4. *Eric Gray Forbes.«The Life and Work of Tobias Mayer», 1967.*
5. *Günther Oestmann. Der Mondglobus Tobias Mayers (1723-1762), 1999.*
6. *ttps://www.myheritage.com/site-family-tree-282980481/mayer-tobias-marbach Mayer Tobias Marbach Website*
7. *https://tobias-mayer-museum.de/ Музей Тобиаса Майера в Марбахе –на-Неккаре.*

Павел Тупицын,
астроном-любитель, г. Иркутск
специально для журнала Небосвод

АСТРОКЛИМАТ

Основная масса современных астрономических наблюдений осуществляется со «дна» огромного воздушного океана, называемого земной атмосферой. Воздушная оболочка Земли надежно защищает все живое на нашей планете от губительных факторов окружающего нас космоса – жесткой электромагнитной и корпускулярной космической радиации, большинства метеорных тел (метеороидов) и т.д. В то же время наша атмосфера является одновременно и огромной помехой для астрономов в их профессиональной деятельности. Во-первых, атмосфера частично или полностью (в зависимости от конкретной области электромагнитного спектра) задерживает излучение, приходящее к нам от небесных объектов. Во-вторых, неоднородности плотности земной атмосферы, находящиеся в постоянном быстром движении и хаотичном перемешивании, вызывают различного рода искажения («размытие») астрономических изображений. В-третьих, земная атмосфера, рассеивая свет от естественных и искусственных источников, а также, обладая слабым собственным свечением, делает более ярким фон ночного неба, тем самым делая недоступными для наблюдений наиболее тусклые и слабые астрономические объекты.

Вся совокупность погодно-климатических и ряда других атмосферных факторов, характерных для данного места на Земле и определяющих степень пригодности этого района для проведения здесь систематических астрономических наблюдений, носит название астроклимата.

Если немного обратиться к истории, то можно заметить, что до XX века все обсерватории располагались, как правило, на равнинной местности – вблизи крупных городов или даже непосредственно в городской черте. В настоящее время судьба сохранившихся из этих обсерваторий совершенно понятна – они превратились, по сути, в астрономические музеи, либо в развлекательно-образовательные центры, где широкой публике демонстрируют в телескоп те или иные небесные объекты. Каких-либо научных наблюдений в этих обсерваториях уже давно не проводится, что обусловлено даже не столько моральным и физическим «старением» телескопов и оборудования этих обсерваторий, сколько совершенной непригодностью мест их расположения для получения наблюдательного материала необходимого качества, к которому в наше время предъявляются совершенно иные более высокие требования. Прошлое столетие стало веком введения в строй новых крупных астрофизических телескопов с зеркалами в несколько метров. Это сложные и очень дорогие астрономические «машины», устанавливать которые где попало было бы просто пустой тратой денежных средств. В этой связи в XX веке начал вырисовываться астроклиматический подход к выбору мест для постройки новых крупных обсерваторий. Астрономы устремились в высокогорные районы, где много ясных дней и ночей, а воздух чист, прозрачен и относительно спокоен.

Все многообразие астроклиматических факторов можно разделить на четыре основные группы: среднегодовое количество ясных дней и ночей; степень прозрачности атмосферы; спокойствие и устойчивость атмосферы; уровень атмосферного свечения ночного неба.

Среднегодовое количество ясных дней и ночей

Это один из важнейших параметров, который учитывается сейчас едва ли не в первую очередь при решении вопроса о пригодности данной местности для проведения в ней астрономических наблюдений и постройке там обсерватории. Для сравнения, в Москве и ряде других городов Центральной России среднее количество ясных дней и ночей в году составляет около 100, а на Паранальской обсерватории в чилийских Андах лишь 7–10% ночей непригодны для наблюдений из-за облачности, т.е. там порядка 330–340 ясных дней/ночей в году. В местах, где намечается постройка оптических обсерватории, среднегодовое количество ясных дней/ночей должно быть не менее 300. Проще говоря, пасмурная (облачная) погода должна быть там редкостью. Кроме этого, в этой группе факторов часто учитывается еще среднегодовое количество дней/ночей с максимальной прозрачностью атмосферы, когда можно проводить наиболее продуктивные астрономические наблюдения. При выборе места для постройки звездной (ночной) обсерватории иногда определяется суммарное среднегодовое количество ясного ночного времени (т.е. когда Солнце расположено ниже 18° под горизонтом), выражаемое в часах. В высокогорных районах Чили, а также на вершине горы Мауна-Кеа на Гавайях, где сейчас расположены многие крупные современные обсерватории, данный показатель составляет порядка 2,5–3 тысяч часов в год.

Степень прозрачности атмосферы

Земная атмосфера является совершенно непреодолимой преградой для излучения целого ряда диапазонов электромагнитного спектра. Дальний ультрафиолет, рентгеновское и гамма-излучение от различных астрофизических источников полностью задерживается земной атмосферой. Космическое инфракрасное и субмиллиметровое излучение в большинстве мест на Земле также не доходит до поверхности нашей планеты вследствие его интенсивного поглощения парами воды, а также рядом других молекул, присутствующих в земной атмосфере. Декаметровые

радиоволны с длинной волны от 30 метров и выше, а также еще более длинноволновое космическое радиоизлучение полностью отражается верхними ионизованными слоями атмосферы – земной ионосферой.

Те же диапазоны излучения, для которых земная атмосфера является относительно прозрачной, называются «окнами прозрачности», или «атмосферными окнами». Атмосфера нашей планеты имеет два основных окна прозрачности – оптическое и «радиоокно». К оптическому окну можно отнести непосредственно видимое излучение (λ~380÷780нм), а также непосредственно примыкающие к нему участки ближнего инфракрасного и ближнего ультрафиолетового излучения, которые, заметно ослабляясь, все же отчасти достигают поверхности Земли. Радиоокно более широкое и простирается от миллиметрового диапазона до радиоволн длиной порядка 30 метров. Более длинные космические радиоволны, как уже говорилось, отражаются ионосферой Земли.

Кроме этого, в некоторых местах Земли может наблюдаться ряд узких окон прозрачности в инфракрасной и субмиллиметровой областях спектра, в которых земная атмосфера умеренно прозрачна. Такими местами на Земле являются области с исключительно сухим воздухом, т.к. основной причиной поглощения излучения в этих диапазонах длин волн являются молекулы воды, присутствующие в атмосфере в том или ином количестве. Концентрацию атмосферного водяного пара часто выражают в миллиметрах осажденной воды воздушного столба атмосферы. Для большинства мест на Земле данный показатель обычно составляет несколько десятком миллиметров. В высокогорной чилийской пустыне Атакама на плато Чахнантор на высоте порядка 5 тыс. метров воздух настолько сухой, что уровень осажденной воды в атмосфере составляет всего лишь 0,1–0,2 мм. Именно поэтому здесь был построен и в настоящее время успешно функционирует один из самых мощных современных радиоастрономических комплексов миллиметрового диапазона – ALMA (Atacama Large Millimeter Array). ALMA представляет собой систему из 66 параболических радиотелескопов диаметром от 7 до 12 метров, работающих в режиме единого интерферометра.

Ослабление интенсивности излучения (света) астрономических источников при прохождении его сквозь атмосферу планеты носит название атмосферной экстинкции. Атмосферная экстинкция обусловлена тремя процессами: поглощением, рассеянием и отражением излучения молекулами атмосферы, а также различными частицами, присутствующими во взвешенном состоянии в воздушной оболочке нашей планеты. Величина атмосферной экстинкции зависит от длины волны излучения, т.е. данный эффект носит селективный характер. С уменьшением длины световой волны влияние атмосферной экстинкции заметно увеличивается. В результате этого, например, синие лучи по сравнению с красными ослабляются земной атмосферой значительно сильнее, вызывая, в частности, видимое покраснение небесных объектов, находящихся вблизи горизонта.

Степень прозрачности атмосферы зависит от концентрации в ней различных аэрозолей (прежде всего паров воды), а также различных твердых частиц (взвесей), определяющих степень запыленности воздуха. От влажности воздуха во многом зависит частота появления дымки, туманов и т.д. Многие любители астрономии знают, что в периоды, когда атмосфера сильно насыщена парами воды, ясное дневное небо имеет малопривлекательный белесый оттенок, а вокруг Солнца или Луны наблюдаются заметные протяженные ореолы. Напротив, когда воздух достаточно сухой и прозрачный, дневное небо обладает приятным насыщенным голубым цветом, а Солнце даже вблизи горизонта все равно остается достаточно ярким и на него больно смотреть незащищенным взглядом. На территории Центральной России подобные условия часто складываются с приходом обширных арктических антициклонов, несущих с собой очень чистый и относительно сухой воздух. В условиях современных высокогорных обсерваторий ясное дневное небо часто имеет глубокие сине-голубые тона, иногда с фиолетовым оттенком, а вокруг Солнца практически не наблюдается ореола. Все это говорит об исключительной чистоте и прозрачности атмосферы в этих местах.

Нужно также отметить, что значительная концентрация аэрозолей и взвесей в атмосфере не только сильно ослабляет свет, идущий от небесных объектов, но и сильно рассеивает свет от различных естественных и искусственных источников, приводя к повышению яркости фона ночного неба и, как следствие, снижению контраста между ним и слабыми астрономическими объектами. Таким образом, степенью прозрачности атмосферы во многом определяется фактическая проницающая способность при астрономических наблюдениях и, соответственно, возможность регистрации наиболее тусклых небесных объектов.

Для оценки степени чистоты и прозрачности атмосферы могут применяться различные методики, связанные, например, с измерениями яркости и угловой протяженности околосолнечного ореола. Размеры такого ореола выражаются, как правило, в видимых диметрах или поперечниках Солнца. Оценка цвета дневного неба также может кое-что рассказать об оптических характеристиках атмосферы. При каждом из подобных наблюдений обязательно указывается высота Солнца над горизонтом. Наконец, уровень прозрачности ночной атмосферы может быть оценен по предельному блеску наиболее слабых звезд, наблюдаемых в данную ночь невооруженным взглядом, либо в телескоп.

Спокойствие и устойчивость атмосферы

При наземных оптических наблюдениях фактическая разрешающая способность телескопа часто ограничивается не аберрациями и дифракционным пределом его оптики, а неспокойствием (турбулентностью) земной атмосферы. Изначально плоский волновой фронт излучения, идущий от небесных объектов, проходя сквозь земную атмосферу, очень сложным образом

искажается. Это связано с тем, что световым лучам приходится преодолевать множество воздушных слоев различной плотности, и обладающих, соответственно, различным показателем преломления, находящиеся вдобавок ко всему в очень быстром турбулентном (хаотическом) перемешивании между собой. Наибольший вклад в искажение волнового фронта от небесных объектов вносят низкие слои тропосферы, состоянием которых определяется погода на земной поверхности. Турбулентные течения и вихри, возникающие на границах воздушных слоев с различной температурой и плотностью можно уподобить своего рода «неправильным» собирающим и рассеивающим «линзам», в которых, соответственно, происходят явления случайного преломления и дисперсии света. Характерный размер отдельных атмосферных неоднородностей (воздушных «линз») около нескольких дециметров (в среднем 20–30 см, минимальный же размер около 10 см), при этом они достаточно быстро сменяют друг друга – атмосферные сцинтилляции имеют частоту порядка 100 Гц. Очень наглядно это проявляется в таких общеизвестных эффектах, как мерцание и дрожание звезд. Мерцания звезд представляет собой постоянные быстропеременные изменения (флуктуации) их блеска и цвета (хроматические мерцания) без изменения их видимого положения на небе. При дрожании звезда совершает небольшие быстрые перемещения («скачки») на небе, не изменяя своего блеска и цвета. Мерцание и дрожание звезд вызываются случайными хаотическими эффектами преломления и дисперсии света звезд в турбулентных слоях земной атмосферы.

Турбулентные возмущения воздуха возникают вследствие неравномерного прогревания отдельных частей земной поверхности, порывов ветра, неоднородностей в распределении влажности, изменений температуры и плотности атмосферы и т.д. Кроме метеорологических условий, важную роль может играть география района. Неровности рельефа также способствуют возникновению атмосферных возмущений. На больших совершенно гладких равнинах, изображения, как правило, более стабильные и четкие. Таким образом, рельеф местности и география района часто могут выступать главной причиной возникновения турбулентных потоков и возмущений в атмосфере, а тепловой эффект, связанный с выхолаживанием нагретой за день почвы, отступает в таком случае на второй план.

Спокойствие атмосферы в заданном направлении на небе в данный момент времени может характеризоваться таким понятием, как величина угла турбуленции. Угол турбуленции представляет собой наибольший угол между осью и образующей конуса, в пределах которого колеблется луч, идущий от небесного объекта. За ось конуса угла турбуленции принимается истинное направление на это небесное светило.

Наиболее неприятным проявлением атмосферной турбуленции является то, что изображения звезд представляются уже не в виде небольшого диска Эри, окруженного слабыми дифракционными кольцами, а в виде постоянно «бурлящего» пятна или «кляксы» неопределенной формы, размеры которых, как правило, заметно превышают размеры диска Эри. Звездное изображение, размытое атмосферной турбулентностью, называется диском дрожания, турбулентным диском, или атмосферным диском. Степень же размытости изображения звезды, или угловой размер турбулентного (атмосферного) диска носит название качества астрономических изображений. В последние годы в среде как профессиональных астрономов, так и в среде астрономов-любителей получил весьма широкое распространение такой термин, как «сиинг» (от англ. «seeing» – видимость). По своей сути сиинг опять же обозначает угловые размеры диска дрожания звезды, усредненные за некоторый небольшой интервал времени и, соответственно, сиингом также характеризуется текущее качество астрономических изображений. В условиях типичной равнины атмосферный диск, как правило, составляет в среднем несколько секунд дуги (3–4"). В хороших астроклиматических условиях величина диска дрожания не превышает порядка 1", а в условиях отличного астроклимата его размер составляет около 0,5". На вершине потухшего вулкана Мауна-Кеа на Гавайских островах на высоте около 4000 метров над уровнем моря размер турбулентного диска нередко достигает 0,3". Не зря в свое время известный американский астроном Джерард Койпер назвал это место лучшим в мире для астрономических наблюдений. Нетрудно посчитать, что с таким качеством астрономических изображений здесь на своем дифракционном пределе будет работать полуметровый оптический телескоп.

Т.к. яркость атмосферного диска плавно спадает от его центра к краям, и довольно сложно бывает однозначно установить точные границы диска дрожания, в астрономии для описания качества изображения точечного (дискретного) источника излучения может еще использоваться такая величина, как FWHM (full width at half maximum) – «полная ширина на уровне половинной амплитуды». Это означает, что измеряются не полные размеры наблюдаемого турбулентного диска, а учитывается лишь удвоенное радиальное расстояние от центральной наиболее яркой части атмосферного диска до той его кольцевой зоны, где его яркость вдвое меньше максимальной яркости, имеющей место в центре диска дрожания. FWHM также выражается в секундах дуги, и чем меньше его значение, тем более спокойной является атмосфера и тем выше качество астрономических изображений.

Самым естественным выходом для снижения негативного влияния атмосферной турбуленции является поднятие астрономических инструментов на некоторую высоту относительно окружающей местности. Это позволяет избавиться от воздействия потоков очень интенсивной приземной турбулентности, возникающей в самых низких слоях воздуха, нагреваемых за день от земли. С заходом Солнца и приходом ночи, нагретая за день земная поверхность сравнительно быстро начинает остывать, а слой холодного воздуха в атмосфере становится все толще. На его границе с теплым воздухом – в т.н. инверсионном слое – атмосферная

турбулентность достигает своего максимума. В течение ночи инверсионный слой поднимается на высоту до 300 метров над землей. В связи с этим желательно, чтобы обсерватория находилась выше этого слоя, т.е. возвышалась примерно на 200–300 метров над уровнем окружающей местности и находилась, например, на вершине достаточно высокого холма. Однако следует помнить, что холмистая местность с большим количеством вершин даже при относительно слабом ветре может создавать достаточно сильные турбулентные потоки, которые будут заметно портить изображение. В этом плане особенно непригодными для наблюдений оказываются места, попадающие в т.н. «ветровые тени» высоких гор, т.е. это области, расположенные с подветренной стороны горной вершины, где воздушные потоки сильно турбулизируются после огибания ими этой вершины. Наиболее перспективными местами для постройки обсерватории является высокие одиночные вершины небольших океанических островов, омываемых холодными ли прохладными течениями. В течение дня окружающий океан прогревается незначительно, а температура на протяжении суток изменяется мало и, соответственно, не возникает мощных восходящих воздушных потоков. Небольшие острова, а также естественные или рукотворные пирсы могут быть неплохим местом для солнечной обсерватории. Сам купол башни обсерватории с расположенным под ним телескопом по возможности также должен располагаться на высоте в несколько метров или десятков метров от уровня фундамента обсерватории, чтобы сильно возмущенные приземные турбулентные слои воздуха оставались внизу.

Спокойствие атмосферы и устойчивость ее характеристик наступает во время прихода длительных антициклонов с высоким атмосферным давлением, а также при установлении холодного атмосферного фронта. Высокое качество астрономических изображений достигается при относительном постоянстве температуры воздуха (когда суточные перепады температуры не превышают 10–15°С), малом ветре, при повышении влажности воздуха, наличии легких облаков или дымки, а также запыленности воздуха, замедляющих ночное выхолаживание земной поверхности. Приближение циклона, низкое давление, сильный ветер, резкая смена погоды, значительные колебания температуры воздуха, напротив, заметно снижают качество изображений.

На качество астрономических изображений большое влияние могут также оказывать конструкции башни и купола обсерватории, а также микроклимат ее подкупольного пространства. Чтобы снизить влияние конвекционных потоков, возникающих в подкупольном помещении, на многих обсерваториях сейчас установлены специальные системы кондиционирования, которые в течение дня прогоняют через внутреннее пространство башни телескопа прохладный воздух, имеющий температуру, прогнозируемую на ближайшую ночь. Для более быстрой и эффективной вентиляции подкупольного пространства во время наблюдений у башен многих крупных телескопов предусмотрены специальные открывающиеся или сдвигающиеся боковые панели.

Неспокойствие и турбулентность земной атмосферы накладывают ограничение на фактическое разрешение наземных оптических телескопов. При сильно неспокойной атмосфере снижается и проницание при астрономических наблюдениях, т.к. собранный объективом телескопа свет звезды собирается не в относительно маленьком диске Эри, а распределяется по площади турбулентного диска, обладающего заметно большими размерами. Атмосферные мерцания астрономических источников не позволяют также проводить с поверхности Земли сверхточные (прецизионные) фотометрические наблюдения.

Для оценки уровня спокойствия атмосферы и качества астрономических изображений существует ряд специальных шкал и методик. Оценку спокойствия атмосферы можно сделать из наблюдений двойных звезд с различными угловыми расстояниями между компонентами. Иногда качество изображений определяется из наблюдений Солнца, Луны или планет (как правило, Юпитера), когда оценивается наблюдаемая резкость краев этих объектов, либо видимость отдельных деталей на их дисках. Наиболее объективным и распространенным методом определения качества астрономических изображений является оценка четкости дифракционной картины в изображении звезды, наблюдаемой при большом увеличении. Так у астрономов-любителей получила определенную популярность десятибалльная шкала Пикеринга, в которой качество изображения оценивается по степени размытости дифракционной картины звезды, наблюдаемой при разрешающем или большем разрешающего увеличениях.

Уровень атмосферного свечения ночного неба

Земная атмосфера не только рассеивает свет от различного рода естественных и искусственных источников излучения, но обладает еще и собственным свечением, что обуславливает ее значительный вклад в уровень т.н. свечения ночного неба.

Рассеяние света происходит на молекулах воздуха, а также на частицах аэрозолей и взвесей, присутствующих в атмосфере. Чем больше влаги и других частиц содержится в воздухе, тем большая часть света рассеивается, и тем ярче фон ночного неба. Наибольшую проблему представляет собой рассеянный свет от различных искусственных источников освещения (уличных фонарей, рекламных вывесок, различных подсветок, прожекторов и т.д.), получивший название «светового загрязнения». Данная проблема четко себя обозначила еще в прошлом столетии, а в наши дни она стоит наиболее остро, т.к. человеческая цивилизация стремительными темпами осваивает все новые территории земного шара, а вместе с этим возрастает и глобальный уровень уличного освещения. В наибольшей степени от светового загрязнения страдают обсерватории, проводящие свои исследования в области звездной и внегалактической астрономии, а также в области космологии. Такого рода наблюдения требуют

особенно темного неба, и наличие даже незначительной засветки ощутимо снижает фактическую проницающую способность астрономических инструментов и, соответственно, снижает качество получаемого наблюдательного материала. Таким образом, намечаемое для постройки обсерватории место должно отличаться не только превосходными атмосферными характеристиками и параметрами, но и должно располагаться на значительном удалении (желательно на расстояния не менее нескольких сотен километров) от каких бы то не было населенных пунктов.

Поверхностная яркость ночного неба измеряется при помощи специальных фотометрических приборов и обычно выражается в звездных величинах с квадратной угловой секунды небесной сферы. Незасвеченное искусственными источниками темное небо в безлунную ночь имеет яркость около 22m с квадратной секунды. В условиях некоторых современных высокогорных обсерваторий, удаленных на большие расстояния от каких-либо населенных пунктов, поверхностная яркость ночного безлунного неба может быть еще ниже и составлять порядка 23m с квадратной секунды. В крупных же городах и мегаполисах яркость ночного неба, наоборот, возрастает до 17m с квадратной секунды и выше. В таких условиях невооруженным взглядом на небе могут быть наблюдаться лишь некоторые планеты (Венера, Юпитер, Марс, Сатурн) и наиболее яркие звезды. Для оценки степени «засвеченности» ночного неба и его пригодности для наблюдений тех ил иных небесных объектов у астрономов-любителей в последнее время стали популярными специальные карты с цветовой индикацией, а также различные шкалы уровня засветки. Одним из примеров является шкала Бортля, включающая себя девять классов степени «темноты» ночного неба: от 1 (идеально темное небо) до 9 (небо в городской черте). Данная шкала была впервые предложена американским астрономом-любителем Джоном Бортлем в 2001г. а журнале «Sky & Telescope» и впоследствии была названа его именем. Карты засветки представляют собой обычные географические карты определенных участков земной поверхности, на которых условными цветами выделены регионы с той или иной степенью засвеченности неба. Черным и серым цветами выделяются области, в которых имеет место очень темное ночное небо. Красному и белому цветам, наоборот, соответствуют густонаселенные регионы Земли (крупные города и мегаполисы) с очень высоким уровнем искусственной засветки. Территории с промежуточными уровнями светового загрязнения выделяются, соответственно, синим, зеленым и желтыми цветами – по мере повышения яркости фона ночного безлунного неба в этих местах. Построение карт засветки производится на основании данных со специальных искусственных спутников Земли, ведущих из космоса мониторинг за нашей планетой. Т.к. города неуклонно растут и расширяются, а человеческая цивилизация осваивает все новые и новые регионы земной поверхности, черных и серых зон становится все меньше, а красные, желтые и зеленые зоны постепенно расширяются во все стороны подобно масляной пленке на поверхности воды. По этой причине любые карты засветки со временем устаревают и требуют очередной актуализации.

В связи с актуальностью проблемы светового загрязнения в конце 80-х гг. прошлого века в США была создана т.н. Международная ассоциация темного неба (International Dark-Sky Association, IDA), в задачи которой входит защита на законодательном уровне неба от чрезмерного светового загрязнения. Деятельность IDA заключается в разработке и внедрении специальных законодательных актов, регламентирующих типы и конструкции уличных осветительных приборов, что должно позволить, с одной стороны, более рационально использовать наружное освещение, а, с другой, минимизировать искусственную засветку неба. Световое загрязнение во многом обусловлено неправильными конструкциями уличных фонарей, свет от которых идет не только вниз, но и вбок, и вверх, что помимо всего прочего является просто бессмысленным расходованием электроэнергии. Заметно снизить уровень светового загрязнения, а также более эффективно расходовать электрическую энергию позволяют фонари с закрытыми лампами и плафонами, направляющими свет только строго вниз. Кроме законотворческой деятельности, ассоциация ведет широкую пропаганду в данном направлении, пытаясь довести до широкой общественности важность сохранения темноты ночного неба. В тезисах IDA говорится, что помимо негативного влияния на профессиональные и любительские астрономические наблюдения, световое загрязнение пагубно отражается и на экологии, приводя к сбоям биологических ритмов различных живых существ, а также может плохо сказываться даже на здоровье людей. Под эгидой IDA в различных уголках Земли создаются т.н. парки (заповедники) ночного неба, где запрещено использование каких-либо осветительных приборов, а люди могут сюда приезжать, чтобы просто полюбоваться первозданной красотой настоящего ночного неба.

Кроме рассеяния света различных источников, земная атмосфера обладает еще и собственным излучением, связанным с испусканием квантов различных длин волн молекулами и атомами верхних слоев атмосферы Земли, возбуждаемых в основном потоками жестких коротковолновых квантов солнечного излучения, а также корпускулярным излучением Солнца. Ультрафиолетовое, рентгеновское излучение Солнца, а также потоки заряженных частиц, летящих от нашей звезды, приводят к диссоциации молекул и ионизации атмосферных атомов. Обратные рекомбинационные процессы, в свою очередь, приводят к излучению квантов соответствующих длин волн. Основная часть атмосферного свечения возникает в слое толщиной примерно в 30 км на высотах свыше 70–80 км. Спектр собственного излучения земной атмосферы достаточно сложен, и представлен как слабой непрерывной компонентой (континуумом), так и множеством различных эмиссионных атомарных линий и молекулярных полос, расположенных от не только в видимой области электромагнитного

спектра, но также в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. В общей сложности спектр ночного свечения атмосферы простирается от длин волн порядка 100 нм до 22,5 мкм. В нем присутствуют эмиссионные линии атомов кислорода, водорода, натрия и молекулярные полосы гидроксила, кислорода, углекислого газа, озона, воды, окислов азота. Излучением атомарного кислорода на длине волны 558 нм обусловлено, например, зеленоватое свечение земной атмосферы, которое можно наблюдать в виде светлого ободка вокруг нашей планеты на снимках Земли из космоса.

Т.к. основным источником энергии свечения верхних слоев земной атмосферы является жесткая электромагнитная радиация Солнца, интенсивность которой напрямую зависит от уровня солнечной активности, то, соответственно, и интенсивность собственного излучения атмосферы Земли определенным образом коррелирует с текущей активностью нашей звезды. Колебания уровня собственного излучения атмосферы могут проявлять себя как в течение одной ночи, так и от одной ночи к другой, и в среднем от одного года к другому. Фон собственного свечения атмосферы, как правило, неоднородно распределен на небесной сфере, образуя отдельные «полосы» и «облака», в которых это свечение усилено по сравнению с соседними областями и участками неба.

Излучение отдельных составляющих свечения атмосферы происходит на разных высотах и в слоях различной толщины. Высота и толщина этих атмосферных слоев может несколько меняться и варьироваться. Интенсивности всех эмиссионных линий и полос, возникающих в земной атмосфере, сложным образом зависят от степени освещенности (инсоляции) верхних слове земной атмосферы, широты пункта наблюдения, уровня солнечной активности и обладают суточными и сезонными вариациями. Резкое повышение свечения ночного неба может быть связано с появлением полярных сияний, регулярно возникающих в высоких широтах Северного и Южного полушарий Земли. С этой точки зрения наиболее предпочтительными широтами для постройки звездной обсерватории будут тропические и приэкваториальные районы нашей планеты.

Уровнем засветки определяется степень контраста между тусклыми небесными объектами и ночным небом и, соответственно, ограничивается проницание при астрономических наблюдениях. Яркость фона ночного неба, как и степень прозрачности атмосферы, может оцениваться по предельному блеску наиболее слабых звезд, наблюдаемых в данную ночь невооруженным глазом, либо в телескоп.

В завершение данного раздела отметим, что при всех прочих равных условиях негативное влияние таких астроклиматических факторов, как атмосферная экстинкция (поглощение), уровень турбулентности и свечение атмосферы, минимально в зените и растет по мере увеличения зенитного расстояния и приближении к горизонту.

Астроклиматические исследования. Места с лучшим астроклиматом на Земле

Современная крупная наземная оптическая обсерватория – это огромные финансовые вложения, которые необходимы для проектирования и создания очень сложных дорогих астрономических инструментов и оборудования, постройки, собственно, самой обсерватории, организации всей необходимой для ее функционирования инфраструктуры и т.д. Любая обсерватория должна в своем роде «окупаться», т.е. регулярно и в достаточном количестве получать конкурентоспособный наблюдательный материала необходимого качества. Только в этом случае деятельность такой обсерватории будет финансироваться и в дальнейшем. Даже самый совершенный телескоп, оснащенный по последнему слову техники, но установленный в месте с весьма посредственным астроклиматом, окажется просто малоэффективной «игрушкой». По этой причине постройка обсерватории «где попало» означало бы лишь пустую трату огромных финансовых средств и ресурсов. Как выяснилось, на Земле не так уж и много мест, где можно проводить плодотворные астрономические наблюдения и получать данные и материал, которые отвечали бы всем существующим современным требованиям.

Предварительный отбор мест, которые могут оказаться перспективными с точки зрения проведения там астрономических наблюдений, производится на основе уже имеющейся метеорологической информации. Далее в эти места организовываются специальные экспедиции, занимающиеся исследованиями астроклимата, а сами исследования могут продолжаться долгие месяцы и годы. В это время собирается обширная метеорологическая информация о температуре и влажности воздуха, силе ветра и прочих условиях, а также изучаются суточные и сезонные колебания этих атмосферных параметров. Важно также установить, постоянен ли астроклимат данного места, или он меняется, и если да, то как быстро и в каком направлении происходят его изменения. На месте предполагаемого строительства обсерватории устанавливаются небольшие астрономические инструменты, при помощи которых изучается качество астрономических изображений и их устойчивость, прозрачность атмосферы и т.д. Эти измерения производятся в различных направлениях (на разных азимутах) и на разных зенитных расстояниях. Исследование различных характеристик и параметров астроклимата местности желательно проводить круглосуточно и в течение очень длительных промежутков времени, чтобы в итоге можно было бы получить наиболее полную и объективную информацию.

Как известно, турбулентность атмосферы несколько по-разному сказывается на качестве изображений для небольшого телескопа и для крупного инструмента. Многие наблюдатели знают, что с уменьшением апертуры телескопа (диаметра его входного отверстия) улучшается дифракционная картина звезд, но зато усиливается их мерцание. Поэтому при исследовании качества изображений в том месте, где планируется установка крупного телескопа, сначала устанавливаются небольшие приборы, совместная работа которых имитирует работу единого крупного зеркала. К таким приборам

относится, например, т.н. двухлучевой прибор, в котором измеряются относительные движения двух изображений одной и той же звезды, построенных двумя небольшими объективами, расположенными друг от друга на расстоянии, примерно равном диаметру зеркала телескопа, планируемом здесь к установке. При выборе места для установки четырех телескопов VLT в Чили использовался т.н. измеритель (монитор) дифференциальных дрожаний изображений звезд – DIMM (Differential Image Motion Monitor), разработанный специалистами Европейской Южной Обсерватории. Данный прибор также измеряет относительные движения двух изображений одной и той же звезды, построенных различными частями объектива, а его достоинством является возможность вычета (фильтрации) механических дрожаний самого инструмента из измеряемых дрожаний, обусловленных атмосферной нестабильностью. В настоящее время данный прибор считается эталоном для оценки качества астрономических изображений.

Метеорологические процессы, определяющие астроклимат местности, часто совершенно по-разному протекают в дневное и ночное время, в соответствии с чем астроклимат иногда подразделяют на дневной (солнечный) и ночной (звездный). Часто может так случаться, что места с хорошим ночным астроклиматом не совпадают с местами, где имеет место хороший дневной астроклимат.

Для различных видов астрономических наблюдений первостепенное значение могут иметь разные астроклиматические условия и факторы. Многие астрономы-любители знают, что в очень ясные ночи с удивительно чистой и прозрачной атмосферой качество изображений часто бывает весьма посредственным или даже плохим, и, например, лунно-планетные наблюдения в такие ночи часто оказываются малопродуктивными. Напротив, когда воздух заметно запылен, есть легкая дымка или даже туман, изображения бывают на удивление спокойными, а планеты при наблюдении в телескоп видны буквально «как на картинке». В местах с хорошим астроклиматом должны одновременно реализовываться оба условия: чистота и прозрачность воздуха, а также высокое качество астрономических изображений.

Координацией работ по поиску перспективных мест для постройки обсерваторий и изучению астроклимата занимается специальная комиссия №50 Международного астрономического союза.

Часто при выборе мест для постройки обсерватории приходится учитывать и множество совсем не астроклиматических факторов: различные экономические обстоятельства, наличие уже имеющейся инфраструктуры (дорог, источников электроэнергии, воды и т.д.) и даже стабильность политической ситуации в той стране, где намечается установка телескопа.

Местом с лучшим астроклиматом на Земле на сегодняшний день по праву считается высокогорная пустыня Атакама в Чили, где сейчас расположен ряд площадок Европейской южной обсерватории (ESO), а также несколько американских обсерваторий. Здесь порядка 330–340 ясных ночей в году, очень сухой воздух, а качество астрономических изображений составляет около 0,5". Кроме того, в этом районе поблизости нет каких-либо крупных населенных пунктов, которые своим световым загрязнением могли бы заметно мешать проведению здесь астрономических наблюдений. Именно в чилийских Андах, на горе Сьерро Армазонес, в наши дни началось строительство самого крупного наземного оптического телескопа – Чрезвычайно Большого Телескопа (ELT, Extremely Large Telescope), который будет иметь сегментированное главное зеркало диаметром 39 метров.

Очень хорошим астроклиматом часто обладают высокие одиночные горные вершины океанических островов. Окружающий океан очень слабо нагревается в течение дня и, соответственно, не порождает мощных восходящих воздушных потоков, а количество ясных дней и ночей в году здесь также может быть велико. Типичным примером является знаменитая «белая гора» Мауна-Кеа, расположенная на одном из островов Гавайского архипелага и возвышающаяся над окружающим океаном на высоту более 4 тыс. метров. На Мауна-Кеа сейчас располагается целый ряд крупных обсерваторий из различных стран.

В эту же группу можно отнести и острова Канарского архипелага, на двух из которых – острове Пальма и острове Тенерифе – расположены известные во всем мире обсерватории Роке-де-лос-Мучачос и Тейде, соответственно.

На территории России и бывшего СССР, к сожалению, нет мест, которые в полной мере отвечали бы всем современным требованиям в плане астроклимата. Можно выделить лишь места с условно неплохим астроклиматом. Сюда относятся некоторые горные районы Средней Азии и Кавказа, а также отдельные области Восточной Сибири и ряд южных территорий бывшего СССР.

«Радиоастрономический» климат

Работа наземных радиотелескопов, как и работа наземных оптических обсерваторий, также может испытывать на себе негативное влияние земной атмосферы и техногенной деятельности человека. Здесь следует отдельно рассмотреть наблюдения в субмиллиметровом/миллиметровом диапазонах излучения и наблюдения на более длинных радиоволнах. Как уже отмечалось ранее, излучение в инфракрасной и субмиллиметровой областях спектра очень сильно поглощается парами воды, а также рядом других молекул присутствующих в земной атмосфере (молекулами кислорода, метана и др.). Поэтому радиотелескопы субмиллиметрового и миллиметрового диапазона стараются устанавливать в высокогорных районах с чрезвычайно сухим климатом. По этой причине такие инструменты часто соседствуют с обычными оптическими телескопами.

Для радиотелескопов, работающих в более длинноволновом диапазоне – на сантиметровых, дециметровых и метровых волнах – земная атмосфера уже не является такой большой проблемой. Многие знают, что такие телескопы могут работать и ночью, и днем при свете Солнца, т.к. степень рассеяния излучения в атмосфере очень

быстро падает с ростом длины волны излучения. Пасмурная и даже дождливая погода для многих радиотелескопов также часто не является какой-то серьезной помехой. Основной проблемой здесь выступает уже сам человек, а, точнее, его деятельность. Различные радиопередатчики, искровые разряды в оборудовании и приборах создают сильные помехи, которые могут заметно мешать работе радиотелескопов. Поэтому для установки таких радиоастрономических инструментов лучше всего подходят равнины и долины, окруженные вокруг цепью гор, которая бы защищала радиотелескоп от посторонних радиосигналов искусственного происхождения. Кроме этого, рядом международных соглашений для целей радиоастрономии было частично или полностью выделено (зарезервировано) несколько диапазонов частот (длин волн), в которых запрещена передача каких бы то ни было сигналов. К таким линиям относится, например, радиолиния нейтрального атомарного водорода λ=21,1 см (ν= 1420,4 МГц), на которой радиоастрономы ведут свои исследования межзвездной среды.

Космические обсерватории

Как уже отмечалось, качество астрономических изображений даже в местах с лучшим на Земле астроклиматом не бывают лучше 0,3". Можно посчитать, что угловое разрешение 8-метрового оптического телескопа (который в наше время может считаться уже вполне рядовым) на длинах волн, соответствующих середине видимого диапазона (λ~580 нм), составит порядка 0,02". Таким образом, турбулентность земной атмосферы снижает фактическую разрешающую силу такого телескопа минимум в 15 раз! Многие, наверное, скажут, что дальнейшее развитие оптической астрономии возможно только с выносом телескопов за пределы земной атмосферы, как это было с космическим телескопом им. Хаббла. Однако, не следует забывать, что запуск даже относительно небольшой орбитальной обсерватории оказывается часто на несколько порядков дороже постройки гораздо более крупной наземной обсерватории со всей сопутствующей инфраструктурой. К тому же не следует забывать, что в большинстве случае обслуживание, ремонт и модернизация космического телескопа будет невозможным или крайне сложным предприятием, чего не скажешь о наземном инструменте. Достаточно крупный телескоп с цельным зеркалом также в космос не запустишь, т.к. размеры такого зеркала будут жестко ограничиваться размерами грузовых отсеков существующих ракет-носителей.

Однако неспокойствие земной атмосферы удалось в значительной степени победить, не выходя за пределы нашего воздушного океана, т.е. по-прежнему осуществляя астрономические наблюдения с поверхности Земли. Это стало возможным благодаря внедрению на многих современных крупных телескопах систем т.н. адаптивной оптики, позволяющей в реальном времени восстанавливать изначально плоский волновой фронт излучения от небесных объектов, искажающийся сложным образом после прохождения им сквозь неоднородности земной атмосферы. Мы здесь не будем подробно останавливаться на этом чуде современной инженерии, т.к. про адаптивную оптику можно написать отдельную большую статью. Скажем лишь, что с ее помощью современные телескопы если пока еще и не достигли разрешения, соответствующего дифракционному (теоретическому) пределу своей оптики, то очень близко к нему подобрались. Чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть недавний снимок Нептуна, полученный на одном из телескопов VLT Паранальской обсерватории с применением системы адаптивной оптики (https://www.eso.org/public/images/eso1824c/). Для сравнения рядом с этим снимком впечатан снимок Нептуна, полученный с космического телескопа им. Хаббла. Как можно заметить, снимок Европейской южной обсерватории не только не уступает по своей детализации хаббловскому, но и несколько его превосходит, что и не удивительно, т.к. был получен с более крупного телескопа, но расположенного на дне воздушного океана.

Так когда же имеет смысл выносить астрономические инструменты за пределы земной атмосферы? Согласно современным сложившимся концепциям, запуск оптических телескопов на орбиту в большинстве случае является крайне нецелесообразным с финансовой точки зрения. Исключением здесь могут быть, например, телескопы для сверхточной (прецизионной) фотометрии, которую невозможно осуществить с поверхности Земли из-за значительных помех, вносимых неспокойствием атмосферы нашей планеты. Подобным инструментом был, например, телескоп «Кеплер», занимавшийся поиском экзопланет методом транзитов, регистрируя крайне слабые изменения блеска звезд, обусловленные прохождениями по их дискам планет, обращающихся вокруг этих звезд. Во всех остальных случаях запускать в космос имеет смысл только обсерватории, работающие в тех диапазонах спектра, излучение которых полностью или практически полностью задерживается атмосферой Земли. Это инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-обсерватории. Выводить в космос радиотелескопы рационально лишь в случаях, когда они будут работать вместе с наземными инструментами в режиме огромного радиоинтерферометра с целью достижения сверхвысоких угловых разрешений, недостижимых с чисто наземными радиоинтерферометрическими базами.

Литература:

- *Кучеров Н.И. Астроклимат – Москва: Изд-во Знание, 1962.*
- *Щеглов П.В. Проблемы оптической астрономии – Москва: Изд-во Наука, 1980.*
- *Сурдин В.Г. Вселенная от А до Я – Москва: Изд-во ЭКСМО, 2012.*
- *Масленников К.Л. В астрономическом раю // Наука и жизнь. – 2019. - №1. – стр.6–23.*

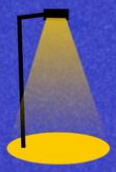
Антон Горшков, *любитель астрономии*
заведующий астрономической обсерваторией Костромского планетария // сотрудник международной астрономической обсерватории «пик Терскол»
(специально для журнала Небосвод)

ЕЩЕ РАЗ О ЗАСВЕТКЕ

ТРИ ШАГА *по снижению светового загрязнения*

ЦВЕТ

Используйте правильный цвет ламп освещения



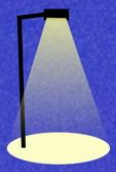
Голубая составляющая света должна быть уменьшена везде, где это только возможно. Вблизи природных объектов и обсерваторий источники света должны иметь ярко выраженный цвет.



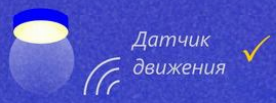
Что хорошо для глаз, то хорошо и для неба над головой.

ЗАТЕНЕНИЕ

Приглушите яркость



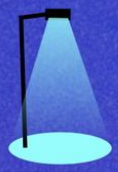
Уровень яркости должен быть пропорционален площади зоны освещения, времени суток, интенсивности движения автомобилей и пешеходов, а также соответствовать целям по энергоэффективности.



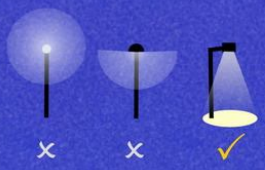
Вы не будете поливать газон всю ночь. Освещать его до рассвета тоже не нужно.

ЭКРАН

Поставьте экран



Никакой свет от источников внешнего освещения не должен распространяться выше горизонтальной линии.



Освещайте только то, что вам нужно, вместо направления света в небо.

Что можно сделать?

Свяжитесь с городскими урбанистами, девелоперами и местными властями.

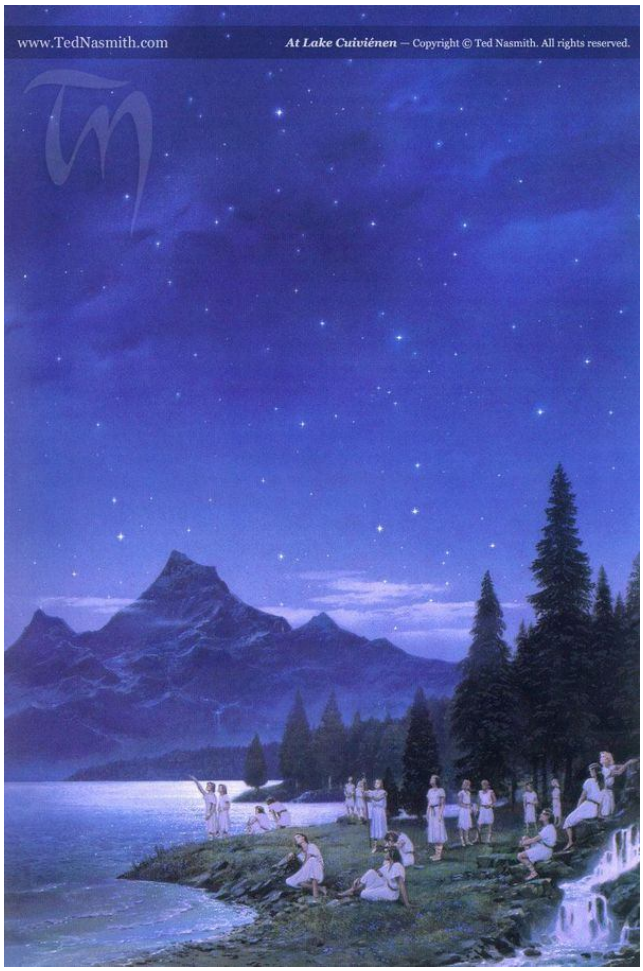
Установите контакт с Международной ассоциацией тёмного неба (International Dark Sky Association — IDA).

Действуйте сейчас! Городское освещение будет заменено на светодиодное в ближайшие 5 лет.

INSIDE SCIENCE

Сергей Цуканов,
астроном-любитель из г. Москвы,
специально для журнала Небосвод

МИФ, МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ И ЗАГАДКИ ТОЛКИНА

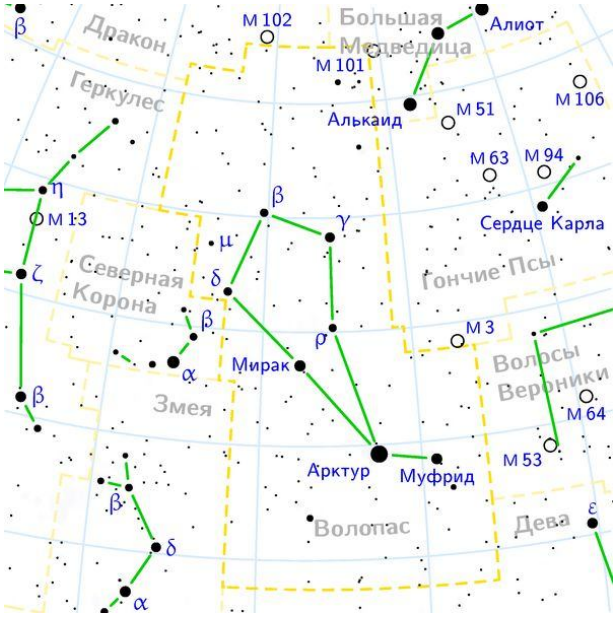


МИФ, МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ И ЗАГАДКИ ТОЛКИНОВСКИХ МОРВИНЬОНА, ТЕЛУМЕНДИЛЯ И АНАРРИМЫ

«Myth, Milky Way, and the Mysteries of Tolkien's Morwinyon, Telumendil, and Anarríma». Tolkien Studies, 7 (2010), pp. 197-210

Как отмечалось во многих работах (1), при творении своего легендариума Средиземья Толкин опирался на астрономические мифы и факты. Примеры этого – меч Турина Англахель из метеоритного железа, описания полярных сияний и перемещений Вечерней Звезды, расчет смены лунных фаз, а также многочисленные звезды и созвездия, зажженные Вардой для возвещения пришествия эльдар. Многие из них недвусмысленно отождествляются со звездами и созвездиями нашего первичного мира. Например, в эссе из цикла «Преображенные мифы» Толкин рассуждает о «Валакирке, или "Серпе Богов", что было одним из эльдарских имен Плуга [Ковша Большой Медведицы. – Прим. перев.]» (Morgoth, p. 387-388). Плуг также известен в Европе как Колесница Карла или просто Колесница или Повозка, а в Америке – как Большой Ковш (Allen, 1963, p. 428-431). Другие астрономические объекты могут быть идентифицированы путем анализа литературных и научных свидетельств; например, Боргиль – это Альдебаран (Larsen, 2005). При этом некоторые объекты до сих пор не поддаются однозначной идентификации, и среди них – созвездия Телумендиль (Telumendil) и Анаррима (Anarríma), включенные в список из шести созвездий, упомянутых особо в повествовании «Сильмариллиона» о творении звезд Вардой (Silmarillion, p. 48). В легендариуме остаются другие астрономические загадки, включая кажущиеся странными упоминания о яркой звезде Морвиньон (Morwinyon), отождествляемой с Арктуром (напр., Lost Tales I, p. 133), как о неподвижно стоящей на западном небосклоне. В настоящей работе утверждается, что и разгадка идентификации Телумендиля с Анарримой, и астрономически удовлетворительное объяснение неподвижного стояния Арктура в западной части неба могут быть найдены путем тщательного изучения как астрономических наблюдений, так и античных и средневековых текстов, все из которых могли быть знакомы Толкину.

Х. Киньонес и Н. Рэггетт утверждают, что в легендариуме «созвездия такие же, как в нашем мире, и выполняют те же функции: упорядочивают небеса, а также представляют события и персонажей из верований туземных культур» (Quiñonez and Raggett, 1990, p. 12). Следовательно, вполне естественно ожидать, что все звезды и созвездия, которым Толкин не поленился дать особые имена, могут иметь двойников в наших небесах. Ярчайшие звезды ночного неба в первичном мире (в порядке убывания яркости) – это Сириус в Большом Псе (Canis Major), Канопус в Киле (Carina), Альфа Центавра в Центавре (Centaurus), Арктур в Волопасе (Boötes) и Вега в Лире (Lyra). Вторая и третья из них на широте Гринвичской королевской обсерватории в Англии не видны. Только Сириус и Арктур имеют надежно подтвержденных текстами двойников в Средиземье. Кристофер Толкин в своем комментарии к «Сказанию о Солнце и Луне» из «Книги утраченных сказаний» (ч. I) поясняет, что Сириус – это Ниэллуин, позднее названный в «Сильмариллионе» Хеллуином, и он представляет собой Ингиля, сына эльфийского короля Инвэ, который следует за Телумехтаром, сыном Тулкаса, «в облике огромной пчелы, несущей пламенный мед» (p. 200). Сам Толкин в примечаниях к тексту «Квенди и эльдар» определяет слово «Телумехтар (Telumehtar)» как «более древнее наименование Менельмакиля (Menemakil), Ориона» (Jewels, p. 411), а Кристофер Толкин в примечаниях к «Поздней Квенте Сильмариллион» (Morgoth, p. 166) и «Анналам Амана» (Morgoth, p. 76) также отождествляет эту группу звезд с Орионом (в более позднем написании «Менельмакар» (Menelmakar/Menelmacar)).



В приложении «Имена» (Lost Tales I, p. 261) Арктур назван Морвиньон, с переводами «сумеречный отблеск» и «отблеск в темноте». Оба этих названия вполне обычны для второй по яркости звезды, видимой в северных широтах. Однако в «Пришествии эльфов и возведении Кора» мы читаем, что Морвиньон, «пылающий над западным краем мира», обронила Варда, торопясь вернуться в Валинор после того, как завершила размещение ярких звезд на небе (Lost Tales I, p. 114). И опять же описание сверкающего Арктура как видимого низко на западном небе в сумерках с астрономической точки зрения вполне нормально, и не стоило бы в дальнейшем уделять этой фразе особое внимание, если б не ее интерпретация Кристофером Толкином в комментарии: «Нигде не объясняется, почему Морвиньон-Арктур в данной мифологической концепции мыслится всегда находящимся на западе» (пер. С. Таскаевой) (Lost Tales I, p. 133). Если его отец действительно это подразумевал, то это, мягко говоря, забавно с астрономический точки зрения, особенно в свете того, насколько тщательно и в целом точно описываются Толкином астрономические явления в легендариуме.

Свидетельство в поддержку данной интерпретации можно найти в «Сказании о Солнце и Луне», где большинство звезд описывается как «сердце серебряного пламени, помещенное в сосуд из хрусталя либо бледного стекла» (пер. С. Таскаевой), созданные Вардой и движимые духами манир и сурули (Lost Tales I, p. 181). Прочие звезды были сделаны в виде сосудов, «схожих с полупрозрачными светильниками, мерцали над миром» и «трепетали и мигали из-за дуновения верховых ветров, но пребывали там, где висели, и не двигались с места...» (пер. С. Таскаевой). Две из этих «недвижных звезд» имеют особые названия: «светивший на западе Морвиньон, чье имя означает "сумеречный отблеск", а о том, как поместили его на небеса, рассказывают много историй; и Ниэллуин, сиречь Лазурная Пчела, что по сию пору виден людям осенью и зимой, пылая подле ног Тэлимэктара» (пер. С. Таскаевой) (Lost Tales I, p. 181-182). В своем комментарии Кристофер Толкин спрашивает, можно ли объяснить эту странную неподвижность тем периодом времени, когда Земля не вращалась (или, точнее, когда видимое движение звезд от восхода на востоке к закату на западе еще не началось). Довод в пользу этого можно найти при сравнении с «Сильмариллионом», где изначально запланированным движением солнца и луны были не восход и закат, как мы видим это сейчас, но скорее челночное движение с востока на запад и обратно, когда солнце и луна встречаются посреди неба. Однако этот довод осложнен описанием второго возжигания звезд Вардой в «Сильмариллионе», где говорится, что «как только окончила Варда свои труды (а были они долгими), когда Менельмакар впервые взошел на небо и синий огонь Хеллуина замерцал в тумане над границей мира - в этот час пробудились Дети Земли...» (пер. С. Лихачевой) (Silmarillion, p. 48). Вдобавок у нас есть описание в «Сказании о Солнце и Луне», что существуют некоторые звезды, которые все-таки движутся (под управлением манир и сурули). Следовательно, кажется, это объяснение не сочетается с тем, что написано в легендариуме (как сначала, так и в более поздних набросках).

Наконец, в своем комментарии Кристофер Толкин в очередной раз повторяет об Арктуре (и Сириусе): «В мифологической космологии моего отца это движение так и не находит объяснения» (пер. С. Таскаевой) (Lost Tales I, p. 200). Важно отметить, что Толкин четко заявляет, что неподвижными эти звезды были в прошлом, так как в более поздние времена (примерно в Третью эпоху Средиземья) Орион (и Сириус) движутся, и Толкин отметил, что о превращении Морвиньона из неподвижной звезды в подвижную «было сказано много» (Lost Tales I, p. 182). Хотя в более позднем легендариуме Арктур нигде не назван напрямую, но едва ли можно утверждать, что, по интенции Толкина, мы должны предположить, что вторая по яркости звезда навсегда покинула небосвод северного Средиземья. К сожалению, оказывается, что ни одно из этих интригующих объяснений не дошло до наших дней, но, несомненно, у нас остается ощущение, что Толкин признавал, что в этой звезде и ее движениях по небу нашего реального мира есть что-то особенное.

Термин «неподвижные звезды» иногда используется в астрономических дискуссиях для различения настоящих звезд, которые остаются неподвижными в положении друг относительно друга внутри одного созвездия на протяжении срока человеческой жизни, и планет, или «бродячих звезд», которые движутся относительно звезд на заднем плане, а также кратковременных явлений, таких как кометы, метеоры или новые и сверхновые звезды. Однако ни одна звезда не стоит на ночном небе неподвижно, даже Полярная, потому что ее местоположение совпадает с истинным севером (Северным полюсом мира, или космической проекцией земного Северного полюса) неточно. Конечно, Толкин об этом знал, особенно если принять в расчет несколько технически верных и весьма наглядных образцов описания движения звезд в его произведениях. Например, в одной из отцовских записных книжек Кристофер Толкин нашел следующее описание звезд Большого Ковша (Валакирки): «Там их серп и поныне кружится

вокруг оси» (пер. С. Таскаевой) (Lost Tales I, p. 133). У нас имеется и более широко известное, живое и точное описание обычного восхода Плеяд (Реммирата), Альдебарана (Боргиля) и Ориона (Менельвагора – синдаринская форма слова «Менельмакар») в «Братстве Кольца»:

«Высоко на востоке покачивалось в небе созвездие Реммират – Звездная Сеть, а над туманами медленно вставал красный Боргил, разгораясь, как огненный рубин. Подул ветер, развеялись последние остатки тумана, и взору открылся Небесный Воин, опирающийся мечом о край земли, - великан Менелвагор, опоясанный блистающим поясом» (пер. М. Каменкович и В. Каррика) (FR, I, iii, p. 91).

Сравните это с началом стихотворения Роберта Фроста «Звездокол» (1923):

«На небо Орион влезает боком,
Закидывает ногу за ограду
Из гор и, подтянувшись на руках,
Глазеет...» (пер. А. Сергеева) (Frost, 1930, p. 218)

И Толкин, и Фрост правильно описывают боковой восход Ориона, знакомый опытным любителям смотреть на звезды. Следовательно, если нам нужно найти логическое объяснение странного движения Арктура (и Сириуса), нам следует обратиться к астрономическим, мифологическим и литературным источникам, в особенности тем, с которыми может быть знаком ученый с классическим образованием, такой как Толкин, и движениям (наподобие бокового восхода Ориона), которые может видеть своими глазами внимательный наблюдатель за природой, такой как Толкин.

В своем знаменитом собрании мифов и этимологических толкований, касающихся звезд и созвездий, Ричард Хинкли Аллен отметил, что Сириус, ярчайшую звезду ночного неба, «Плиний считал достойной быть помещенной среди созвездий», хотя на самом деле это самая яркая звезда созвездия Большой Пес (Canis Major). Эта «Собачья звезда» настолько ярка, что ее можно различить при ярком дневном свете тренированным невооруженным глазом (Allen, 1963, p. 127). Особенно важен был Сириус для жителей Древнего Египта, где он назывался Сотис и отождествлялся с богиней Исидой. Его гелиакический восход (момент, когда он впервые становится видимым над восточным горизонтом при восходе солнца) совпадал с ежегодным разливом Нила, жизненно важным для египетской культуры, и поэтому Сириус использовался для упорядочивания египетского календаря (Parker, 1974, p. 52; Schaefer, 2000, p. 149). И сейчас мы используем связанный с Сириусом фольклор в повседневной речи, когда говорим «Dog Days of Summer» [букв. «собачьи летние дни» – самые жаркие дни лета]. Это связано с древним поверьем, что объединенный свет солнца и Сириуса, в конце лета восходящих вместе, повышает температуру воздуха в это время года (Allen, 1963, p. 126). С учетом того, что Сириус – это ярчайшая звезда ночного неба, и его культурной важности, неудивительно, что Толкин особо отмечает эту звезду и ее движение (вслед за Орионом, встающим на востоке). И, конечно, так и должно быть, что первый восход Сириуса совпадает с пробуждением эльдар у берегов озера Куивиэнен в «Сильмариллионе», как было отмечено ранее (Silmarillion, p. 48). С учетом культурной значимости гелиакического восхода Сириуса на востоке вполне логично, что Толкин выделил его особо (наряду с Арктуром) – как звезду, чьи передвижения по небу изменились в течение долгих эр Средиземья.

Обратив теперь внимание на Арктур, мы увидим, что и он тоже занимает видное место в мифологии и литературе. Четвертая по яркости из всех звезд ночного неба (и вторая по яркости из видимых в северных широтах), она впервые была видна невооруженным глазом в течение целого дня в 1669 г., а в телескоп в дневное время ее впервые наблюдали несколькими десятилетиями раньше (Allen, 1963, p. 102).

Арктур считается весенней звездой и впервые становится видимым на востоке в вечерних сумерках в конце февраля, как отмечает Гесиод в «Трудах и днях» (строки 564-568):

«Только лишь царственный Зевс шестьдесят после солнцеворота
Зимних отмеряет дней, как выходит с вечерней зарею
Из океанских священных течений Арктур светоносный
И в продолжение ночи все время сверкает на небе» (пер. В.В. Вересаева).

Арктур – самая яркая звезда созвездия Волопаса (Boötes) или Колесничего – оба наименования связаны с расположением этого созвездия рядом с Большим Ковшом (который представляется как Медведица или Повозка). В литературе названия звезды и созвездия иногда взаимозаменяемы, что приводит к значительной путанице. Например, Боэций говорит о «звездах Арктура» в IV книге «Утешения философией» (Green, 1962, p. 90). Из-за высокого северного склонения Волопаса (2) (т.е. малого расстояния от Полярной звезды и Северного полюса мира) картина его восхода и захода отличается от многих созвездий, и на самом деле, подобно Большому Ковшу, это созвездие является циркумполярным, то есть всегда видимо в приполярных северных широтах (хотя и не в южной Англии). Это необычное движение отмечалось многими античными авторами, в том числе Аратом [Арат из Сол (315-240 гг. до н.э.) – древнегреческий поэт], который писал в поэме «Явления» (строки 579-585):

«Арктофилак распростерт уже не от края до края
Звездного неба, и ночь им больше, чем день, обладает:
В небо пока четыре подряд не поднимутся знака,
В лоно свое Океан не приемлет всего Волопаса.
Оный, когда совмещает заход с закатами Солнца,
За полночь лишь распрягает волов, пресытившись светом:
Ночи такие слывут "опоздавших закатов ночами"» (пер. А.А. Россиуса).

[Арктофилак(с) (греч. «Страж медведицы») - другое название Волопаса. – Прим. перев.]

Как можно видеть на планетарии или планисфере (3), Волопас (в целом имеющий форму воздушного змея или рожка с мороженым, с Арктуром на нижнем конце) располагается в вертикальном положении, с указывающим вперед Арктуром. Таким образом, чтобы зайти целиком, ему требуется полных восемь часов, а встает он параллельно горизонту, или, в сущности, весь одновременно. Следовательно, Волопас заходит медленно, а восходит быстро (Allen, 1963, p. 96). Боэций говорит об этом его необычном поведении в стихотворении 5 IV книги «Утешения философией» (Green, 1962, p. 90), где он утверждает:

«Тот, кто не знал бы созвездья Арктура,
Самого близкого к полюсу неба,
Был изумлен бы порядком извечным,
Тверди высокой великим законом,
Видя, как медленно звезды Боота
Пламя в пучине свое погашают»
(пер. В.И. Уколовой и М.Н. Цейтлина).

[в поэтическом переводе опущено: «почему Волопас медленно ведет свою колесницу, чтобы погрузить свое пламя в морские волны, но восходит снова так быстро»]

Конечно, вполне разумно предположить, что Толкин, если принять в расчет проявленную глубину его познаний о ночном небе, был знаком и с этим уникальным движением Волопаса, и с трудом Боэция. Поэтому мы утверждаем здесь, что именно это движение Волопаса вдохновило Толкина на то, чтобы Арктур (ярчайшая звезда этого созвездия) у него сделался «неподвижным», и о заходе Арктура действительно «многое было сказано», в особенности античными писателями.

При этом, как заметили Э. Лэйрд и Д.У. Олсон (Laird and Olson, 1990, p. 147), «среди тех, кто не понимает этой астрономической аллюзии, что довольно странно», оказывается Чосер. Они указывают на несколько ошибок в переводе труда Боэция Чосером. Например, Чосер не переводит слово tardus (лат. «медленный»), и вместо этого просто пишет: «the sterre Boetes passeth or gadreth his waynes» («звездный Волопас уходит или уводит свою колесницу», т.е. Большой Ковш). Что до восхода Волопаса, Чосер верно говорит о нем «hise overswifte arysynges» («его весьма быстрый восход»), но поскольку контраст с медленным заходом отсутствует, этот пассаж теряет немало из заложенной в нем силы (Benson, 1987, p. 450). Интересно, знал ли об этой переводческой ошибке сам Толкин.

Другие интересные детали описания Арктура и Сириуса в легендариуме тоже можно объяснить при помощи отсылок к научным фактам и художественной литературе. Как было отмечено ранее, о неподвижных звездах в «Книге утраченных сказаний» (ч. I) было сказано, что они трепещут и мигают, а в «Сильмариллионе» (Silmarillion, p. 48) мы читаем, как «синий огонь Хеллуина замерцал» во время пробуждения эльфов. Сириус – белая или бело-голубая звезда, поверхностная температура которой почти в два раза выше, чем у Солнца, в то время как более холодный Арктур многие наблюдатели называют «золотисто-желтым или топазовым» (Burnham, 1978, p. 302), хотя максимальная длина волны его излучения технически располагается в оранжевой области спектра. Сириус и Арктур, наряду с другими яркими звездами, такими как Вега или Капелла, могут мерцать, изменяя как яркость, так и воспринимаемый цвет, будучи видимы низко над горизонтом – проявление атмосферного воздействия на зрительные образы звезд, именуемого «видимость». Воздушные массы различных температур на разных уровнях атмосферы быстро перемешиваются, когда воздух неспокоен (например, сразу после прохождения погодного фронта), и этим вызывают небольшие изменения преломляющих свойств воздуха. Все звезды «мерцают» (twinkle), как в известной детской песенке «Twinkle, twinkle, little star», но этот эффект наиболее заметен, когда звезда расположена низко над горизонтом и наблюдатель смотрит сквозь более толстый слой атмосферы (Birney, 1991, p. 85). Поэтому мы читаем в «Принцессе» Теннисона: «Пламенный Сириус меняет свою окраску // И вспыхивает то красным, то изумрудным» (Tennyson, 1898, pp. 145-146). Благодаря своему более низкому склонению, Сириус обычно держится к горизонту ближе, чем многие другие звезды, и поэтому ему более свойственно заметное изменение яркости и цвета при мерцании. Подобным же образом и Арктур мерцает весьма эффектно, находясь низко на западном небосклоне.

Теперь мы находимся на пороге того, чтобы выдвинуть обоснованные гипотезы, касающиеся идентификации созвездий из числа созданных Вардой во время ее возжигания звезд до пробуждения эльдар. Как уже отмечалось, некоторые из них давно идентифицированы. Вильварин – 2возможно, Кассиопея» (Silmarillion, p. 354): идентификация имеет смысл, если представить себе форму этого созвездия. Менельмакар (на синдарине – Менельвагор) – вне всяких сомнений, Орион, а Валакирка – Большой Ковш (Плуг, Колесница). Соронумэ, «Орел [падающий – Прим. перев.]», часто отождествляется авторами исследований с нашим современным созвездием Орла (Aquila). Однако, следует заметить, что расположенное с ним рядом созвездие Лиры в некоторых античных источниках тоже ассоциировалось с орлом (см. напр. (Allen, 1963), (Burnham, 1978)).

Два созвездия, Анаррима (Anarríma) и Телумендиль (Telumendil), не идентифицированы до сих пор. Х. Киньонес и Н. Рэггетт (Quiñonez and Raggett, 1990, p. 12) пишут о них так:

«Кажется, ни одно созвездие не подходит под эти переводы: первое носит загадочное имя "кромка солнца", а второе – "любящий небо". Мы сочли нужным воздержаться от любых попыток их идентификации по причине отсутствия выбора».

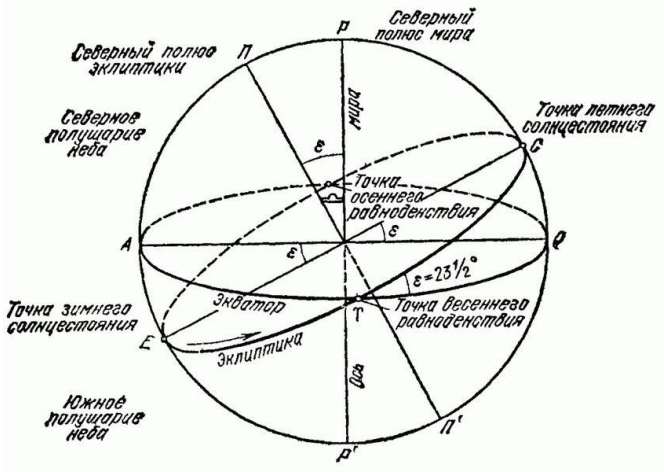
Так как Толкин соотносил свои созвездия с хорошо известными созвездиями ночного неба первичного мира, и так как Арктур/Волопас в раннем легендариуме занимает видное место, но в более поздних версиях этих сказаний его явно упускают из виду, вполне логично рассмотреть, существует ли обоснование для идентификации Телумендиля с Волопасом. Н. Гетти приводит перевод слова «Телумендиль» – «Друг Свода» (небесного) или «Вершина Свода» (Getty, 1984, p. 2).

Последнее определение приводится и у Р. Ноэль (Noel, 1980, p. 196). Н. Гетти утверждает, что это второе определение относится к Северному полюсу мира (СПМ), потому что звезды и созвездия, расположенные рядом с ним (такие как Большой Ковш или Кассиопея), являются циркумполярными и никогда не заходят.

Следовательно, такие циркумполярные звезды могли бы соответствовать первому определению и казаться вполне дружными с ночным небом (которое они никогда не покидают). Н. Гетти продолжает объяснять вполне корректно, что хотя в настоящее время ближайшая к СПМ звезда – Альфа Малой Медведицы (т.е. она сейчас является Полярной звездой), так было и так будет не всегда по причине 26000-летнего цикла прецессии. По причине медленного колебания земной оси СПМ движется по окружности относительно северных звезд. Например, во времена Древнего Египта СПМ находился ближе всего к звезде Тубан в созвездии Дракона. Гетти полагает, что во времена эльфов Полярной звездой была Вега, и, опираясь на эту логику, заявляет, что Телумендилем могут быть Лира (созвездие, в котором находится Вега) с расположенным близ нее Лебедем (Cygnus) (астеризм Северный Крест). Хотя Вега в далеком прошлом (ок. 11000 г. до н.э.) действительно была Полярной звездой, нет никаких свидетельств, что Толкин включил явление прецессии в свой легендариум, и существует весьма убедительное свидетельство, что не включил. Ведь если бы Толкин использовал прецессию, Большой Ковш не «кружился и кружился» бы у него «вокруг оси» (см. цитату выше), и описание восхода Ориона около полуночи в конце сентября в «Братстве Кольца» (FR I, iii, p. 91) также было бы неверным.

Дж. Уилсон и М. Проксон признают, что Телумендиль – это «проблема», и утверждают, что «окончание -ндиль предположительно указывает на персонажа» (Wilson and Proxon, 1983, p. 7). На этом основании они считают, что Телумендиль – это одно из двух хорошо заметных созвездий рядом с Большим Ковшом, воспринимаемых как человеческие фигуры: Дева или Волопас. На основании вышеприведенного свидетельства делается предположение, что Волопас – это действительно правильная идентификация для Телумендиля, с акцентом на распространенной взаимозаменяемости названий «Арктур» и «Волопас (Боот)» в античных источниках. Волопас покидает небо медленно, а возвращается на него быстро, как настоящий «Друг Небосвода». Отождествление Телумендиля с Волопасом создало бы параллель с еще одним названием Арктура, ярчайшей звезды северного неба, из реального мира – арабским «Аль-Харис аль-Сама» (Al Hāris al Samā), «Хранитель Неба» (Allen, 1963, p. 101). Аллен объясняет, что это название возникло "вследствие того, что звезда становится видна уже в ранних сумерках благодаря очень сильному северному склонению, словно следит, все ли в порядке с ее меньшими звездными товарками и правильно ли они располагаются на небосклоне". Такое описание, разумеется, соответствует роли Морвиньона в Средиземье.

Теперь у нас осталась для расследования последняя звездная загадка, а именно – идентификация Анарримы с объектом первичного мира. Как отмечалось ранее, Киньонес и Рэггетт переводят название этого созвездия как «кромка солнца» (Quiñonez and Raggett, 1990, p. 12), в соответствии с более ранним буквальным переводом этого названия с квенья как «солнце-кромка» у Киньонеса (Quiñonez, 1988, p. 9). Если эти авторы никак не идентифицируют это созвездие, другие источники и предлагают альтернативные переводы этого названия, и дают предположительные идентификации. Например, Н. Гетти переводит название этого созвездия как «множество солнц» и отождествляет его с созвездием Персея, «с его звездными скоплениями» (Getty, 1984, p. 2). Хотя созвездие Персея, лежащее на видимой полосе Млечного Пути, действительно содержит несколько заметных звездных скоплений (в том числе M34, ассоциации Персей и h-χ Персея), то же самое можно сказать о большинстве созвездий, расположенных вдоль галактического экватора (4), таких как Лебедь, Кассиопея и Стрелец. Дж. Уилсон и М. Проксон толкуют это название как «огненная сеть» (Wilson and Proxon, 1983, p. 7) и предлагают в качестве эквивалента Анарримы в первичном мире Северную Корону (Corona Borealis). Действительно, Северная Корона – созвездие с богатой мифологией (например, в греческой мифологии это венец Ариадны), но это не особо заметная группа звезд, поэтому следует рассмотреть и другие группы. В дальнейшем обсуждении в качестве рабочего определения для названия созвездия будет использоваться перевод Киньонеса и Рэггетта – «кромка солнца».



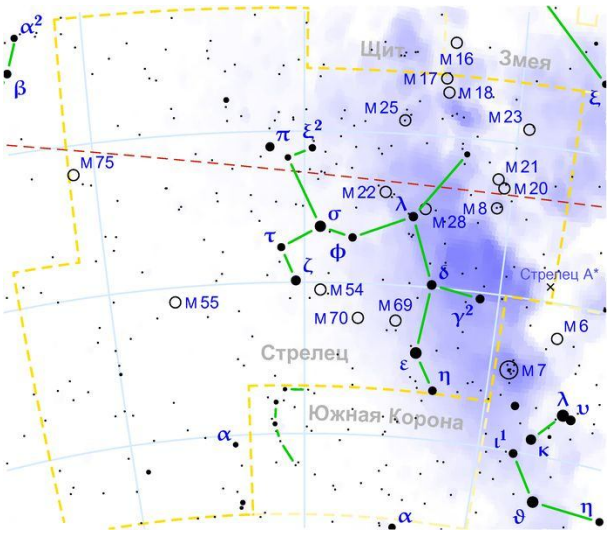
Среди небесных дорог, отмечаемых астрономами до изобретения телескопа, особенно значимыми почти повсеместно считались две: видимая полоса Млечного Пути и годовой маршрут Солнца относительно звезд, известный как эклиптика. Если первый виден почти каждому наблюдателю, когда небо ясное и при этом темное, то для обнаружения второго требуются более тщательные наблюдения. Во многих древних культурах было замечено, что звезды, расположенные низко над горизонтом рядом с Солнцем на закате либо на рассвете, в течение года меняются. Наблюдатели смогли соединить эти точки на своих звездных картах и начертить линию, чтобы получился видимый путь Солнца, который стал известен как череда созвездий под названием зодиак.

Р.Х. Аллен описывает зодиакальные системы в различных культурах и отмечает, что в этот почти повсеместно встречаемый астрономический конструкт часто входили созвездия, воспринимаемые как фигуры животных (Allen, 1963, p. 6). Современная звездная карта, основанная на нашем понятии о сетке небесных «широт» и «долгот» (которые правильнее называть прямым восхождением и склонением), показывает, что эклиптика выглядит как синусоида, изгибающаяся выше и ниже небесного экватора и пересекающая его точно в двух местах.

Эклиптика точно отмечает плоскость земной орбиты в космосе (потому что Земля вращается вокруг Солнца), и поэтому восприятие ее как годового пути Солнца относительно звезд было крайне важным для культур, предшествующих Новому времени, благодаря ее связи со сменой времен года (и возникающими в результате этого изменениями долготы светового дня и средней температуры воздуха, которые оказывают значительное воздействие на сельскохозяйственные работы). Это связано с наблюдениями за положением восходящего и заходящего солнца относительно горизонта, которое измерялось в Стоунхендже и других обсерваториях до появления телескопа. Например, во время летнего солнцестояния (приблизительно 21 июня) солнце располагается в созвездии Близнецов (Gemini) и находится в самой северной точке над небесным экватором (5). Благодаря такому расположению Солнце восходит в самой дальней северо-восточной точке горизонта и заходит в самой дальней северо-западной, соответственно, и у нас имеется самый длинный световой день в году (6). Во время зимнего солнцестояния (приблизительно 21 декабря) наблюдается противоположное явление, а Солнце находится в созвездии Стрельца (Sagittarius). Дни, в которые Солнце располагается прямо на небесном экваторе – это дни весеннего и осеннего равноденствия (примерно 22 марта и 22 сентября, соответственно). В эти дни Солнце восходит точно на востоке, заходит точно на западе, а у нас и день, и ночь длятся по двенадцать часов.

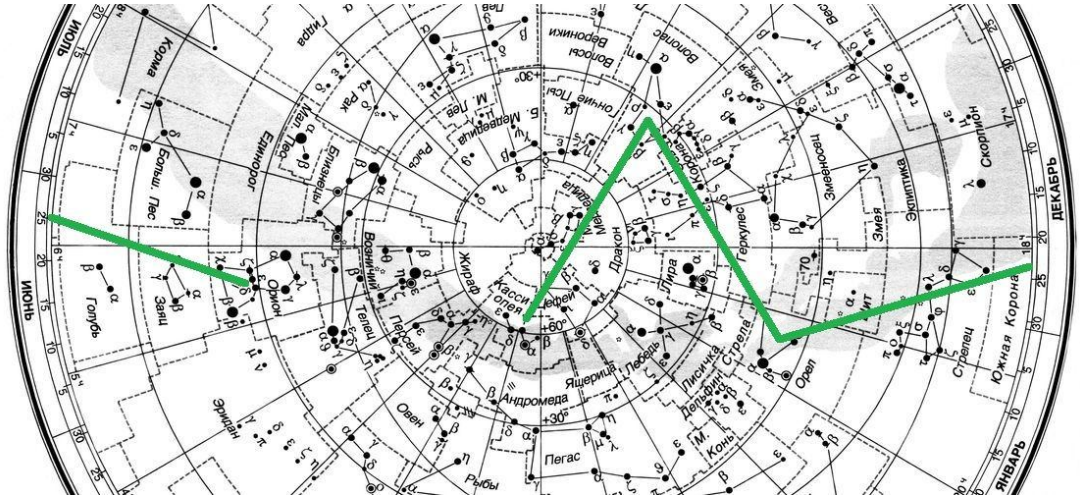
Без сомнения, Толкин знал о культурной значимости этих четырех дат и использовал их в своем легендариуме. Например, день рождения Бильбо и Фродо совпадает с днем осеннего равноденствия (FR, I, i, p. 29), а Единое Кольцо было уничтожено в день весеннего равноденствия (RK, Приложение B, p. 375). Братство покинуло защитный кров Ривенделла и отправилось для исполнения своей миссии, возможно обреченной на провал, приблизительно в день зимнего солнцестояния или около (RK, Приложение B, p. 373), когда мир в прямом и переносном смысле был погружен во тьму, а Бильбо с триумфом вернулся после своих приключений в неведомых землях в день летнего солнцестояния (H, XIX, p. 274) (7). Такая временная привязка событий далеко не случайна.

Перевод слова «Анаррима» как «кромка солнца», таким образом, дает нам в качестве кандидатов два созвездия, если рассматривать «кромки солнца» как края солнечной тропы – то есть самые дальние северную и южную точки эклиптики: Близнецов и Стрельца. Мы полагаем, что по ряду причин более логичным выбором является созвездие Стрельца. Стрелец – древнее созвездие, в шумерских клинописных текстах ассоциирующееся с Нергалом-лучником, богом войны (Allen, 1963, p. 354). И на древних, и на современных изображениях Стрелец целится стрелой в расположенное рядом созвездие угрожающего небесам Скорпиона. Как Близнецы, так и Стрелец отмечают крайние точки пути Солнца, но с психологической точки зрения крайняя южная точка более примечательна, так как в ней располагается Солнце при зимнем солнцестоянии. Эта точка отмечает Солнце в слабейшем положении, день с минимальным количеством солнечного света и символический упадок сил света и надежды. Это действительно край солнечной тропы, ибо, как хорошо знали древние, если бы Солнце продолжило двигаться и дальше в южном направлении (вставало бы еще южнее над горизонтом) и не возвращалось на более северную позицию, случилось бы несчастье. Таким образом, если само зимнее солнцестояние отмечало наивысшую силу тьмы, каждый следующий после него день надежда нарастала и крепла, когда Солнце медленно начинало двигаться к северу, а с ним и вновь обещала прийти весна. У летнего солнцестояния, несмотря на его очевидную значимость, такой глубокий символизм, парный к символизму зимнего солнцестояния, отсутствует.



Еще одна причина предпочтения Стрельца Близнецам – расположение первого в центре Млечного Пути. Хотя то, что центр нашей Галактики находится именно в Стрельце, было определено точно не ранее 1917 г. (Shapley, 1918), даже простые наблюдения за небом приводят к заключению, что в этой области неба с Млечным Путем происходит что-то необычное. Наша Галактика, являющаяся спиральной с перемычкой, выглядит (в первом приближении) как сплющенный диск из звезд, газа и пыли, в котором располагаются спиральные рукава. Солнечная система в настоящее время находится у края одного из спиральных рукавов, примерно на полпути от центра Галактики. Таким образом, если смотреть в ночное небо вдоль плоскости Галактики, можно увидеть плотную беловатую полосу – сгущенный свет звезд и раскаленного газа, а также свет, рассеиваемый

пылью. Благодаря нашему положению относительно этой полосы, она выглядит более редкой, прозрачной и узкой в направлении внешнего края Млечного Пути (рядом с Близнецами и Орионом), а если смотреть в центр, расположенный в Стрельце – более густой и широкой. В так называемом «Летнем Млечном Пути», который наблюдатели Северного полушария отчетливо видят в последние месяцы лета, пылевые облака в созвездиях Лебедя и Стрельца достаточно плотные, чтобы преграждать путь свету звезд и газа, и это создает большие «разрывы» темноты, видимые на более ярком фоне. Следовательно, тот участок Млечного Пути, который виден в Стрельце, кажется наблюдателю (с телескопом или без) наиболее заметным сектором нашей Галактики.



Один из самых любопытных аспектов космологии Толкина – то, что у него Млечный Путь не упоминается прямо, хотя за пределами легендариума он говорит о нем по крайней мере дважды. В письме 1972 г. к Рейнеру Анвину Толкин пишет о ранних весенних цветах в Преподавательских садах: «Ослепительная зелень, а в ней, точно Млечный Путь, звездочки синих анемонов...» (пер. С. Лихачевой) (Letters, p. 417). Вторая отсылка содержится в статье 1923 г. об этимологии нескольких названий улиц, где Толкин отмечает, что некоторые из этих древних топонимов – производные от названия Млечного Пути (Tolkien, 1923, p. 477). Если Гомер в своих знаменитых творениях тоже не упоминал напрямую Млечный Путь (Clerke, 1887, p. 607), то тем более примечательно, что Толкин, явно тщательно наблюдавший за ночным небом, не счел нужным включить Млечный Путь в легендариум, пусть и в завуалированном виде. Или все же счел? Если идентификация созвездий, предложенная в данной статье, верна, то знаменитый эльфийский перечень созвездий в «Сильмариллионе» для искушенного в астрономии читателя становится буквальным портретом Млечного Пути. Ибо созвездия в этом перечне идут в следующем порядке: Вильварин, Телумендиль, Соронумэ, Анаррима и Менельмакар – что соответствует Кассиопее, Волопасу, Орлу, Стрельцу и Ориону. Такое перечисление созвездий дано сознательно, так как по ним или рядом с ними проходит Млечный Путь, если двигаться от самого северного (ближайшего к Полярной звезде) к самому южному (наиболее отдаленному от нее), в данном случае Стрельцу, – в котором Млечный Путь наиболее четко виден – и затем спуститься ниже линии горизонта видимого неба и подняться снова вблизи Ориона, где Млечный Путь виден хуже всего. Можно возразить, что Лебедь подходит на роль вехи на Млечном Пути куда лучше, чем Волопас, но отчетливая крестообразная форма первого и его хорошо известное бытовое название «Северный Крест» не слишком хорошо вписываются в дохристианскую картину мира толкиновского Средиземья (см. напр. Letters, p. 220).

Как и в случае с прочими астрономическими загадками Средиземья, исследованными автором ранее, не может быть полной уверенности в том, что наши идентификация или объяснение точны, пока в нашем распоряжении не окажется какая-нибудь ранее неизвестная рукопись. Несмотря на эти ограничения, в данной статье была сделана попытка применения научного метода, чтобы по возможности пролить свет на использование астрономии в легендариуме Толкина, с учетом глубокого уважения и любви Толкина к миру природы, в том числе его интереса к астрономии в детстве (Flieger and Anderson, 2008, p. 56).

Примечания

(1) См. напр.: (Manning, 2003); (Quiñonez and Raggett, 1990); (Larsen, 2008), (Larsen, 2006), (Larsen, 2005).

(2) Экваториальная система координат делит видимое небо на координаты наподобие долготы и широты, именуемые прямым восхождением и склонением, соответственно. Склонение измеряется в градусах к северу и югу от небесного экватора, который сам по себе определяется как космическая проекция земного экватора. Если сидеть на земном экваторе и отмечать, какие звезды проходят прямо у вас над головой, вы сможете визуально построить линию небесного экватора. Знаменитый пример группы звезд, протянувшейся по небесному экватору - Пояс Ориона. Небесный экватор имеет склонение 0 градусов, в то время как Северный и Южный полюса имеют склонение +90 и –90 градусов, соответственно.

(3) Читатели, не имеющие доступа к этим ресурсам, в качестве ценного визуального вспомогательного средства могут бесплатно скачать изображение планисферы по данной ссылке: http://www.lawrencehallofscience.org/starclock/skywheel.html.

(4) Среди различных систем небесных координат, изобретенных современными астрономами, существует галактическая система координат, принимающая за экватор нашей Галактики приблизительную среднюю линию ее диска. Такое обозначение несколько искусственно и предполагает, что диск является плоским и однородным (согласно текущим исследованиям, это не так).

(5) В настоящее время эклиптика проходит через тринадцать, а не двенадцать созвездий (включая Змееносца), и повсеместно публикуемые даты рождения «по знаку Зодиака», используемые астрологами, не совпадают с действительными датами, в которые Солнце находится в данных созвездиях. Это связано с рядом факторов, в том числе с различными размерами настоящих созвездий и тем, что астрологи не принимают в расчет прецессию, которая заставляет эклиптику скользить по небесной сфере с периодом примерно в 26 тысяч лет.

(6) Эта дискуссия ведется с точки зрения наблюдателя, находящегося, подобно Толкину, в Северном полушарии.

(7) Следует отметить, что вследствие использования в Средиземье разных календарей это соответствие в некоторых случаях приблизительно, но все же достаточно близко к значимому (с поправкой на несколько дней).

Список сокращений

FR – The Fellowship of the Ring. London: George Allen & Unwin, 1954; Boston: Houghton Mifflin, 1954. Second edition, revised impression, Boston: Houghton Mifflin,1987. [Русский текст приводится по: Толкин Дж.Р.Р. Властелин Колец. Трилогия. Кн. I. Содружество Кольца. / Пер. с англ., предисл., коммент. М. Каменкович, В. Каррика, С. Степанова. СПб.: Терра – Азбука, 1994.]

H – The Hobbit. London: George Allen & Unwin, 1937. Boston: Houghton Mifflin, 1938. The Annotated Hobbit, ed. Douglas A. Anderson. Second edition, revised. Boston: Houghton Mifflin, 2002.

Jewels – The War of the Jewels. Christopher Tolkien, ed. London: HarperCollins; Boston: Houghton Mifflin, 1994.

Letters – The Letters of J.R.R. Tolkien. Humphrey Carpenter, ed. with the assistance of Christopher Tolkien. London: George Allen & Unwin; Boston: Houghton Mifflin, 1981. [Русский текст приводится по: Толкин Дж.Р.Р. Письма / Перевод С. Лихачевой под редакцией А. Хромовой и С. Таскаевой. М.:Эксмо, 1994]

Lost Tales I – The Book of Lost Tales, Part One. Christopher Tolkien, ed. London: George Allen & Unwin, 1983; Boston: Houghton Mifflin, 1984. [Русский текст приводится по: Толкин Дж.Р.Р. История Средиземья. Том I. Книга утраченных сказаний. Часть I. /Под ред. К. Р. Толкина./ Пер. с англ. ТТТ, 2000]

Morgoth – Morgoth's Ring. Edited by Christopher Tolkien. London: HarperCollins; Boston: Houghton Mifflin, 1993. [Русский текст приводится по: http://www.kulichki.com/tolkien/cabinet/kolzo_mo/myths/trans4.html]

RK – The Return of the King. London: George Allen & Unwin 1955; Boston: Houghton Mifflin, 1956. Second edition, revised impression, Boston: Houghton Mifflin, 1987.

Silmarillion – The Silmarillion. Christopher Tolkien, ed. London: George Allen & Unwin, 1977. Boston: Houghton Mifflin, 1977. Second edition. London: HarperCollins, 1999; Boston: Houghton Mifflin, 2001. [Русский текст приводится по: Толкин Дж.Р.Р. Сильмариллион / Перевод С. Лихачевой. М.: АСТ, 2015]

Список литературы

Allen, Richard Hinkley. Star Names: Their Lore and Meaning. NY: Dover, 1963. Репринт издания 1899 г.

Benson, Larry D., ed. The Riverside Chaucer. 3d ed. Boston: Houghton Mifflin, 1987.

Birney, D. Scott. Observational Astronomy. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

Burnham Jr., Robert. Burnham's Celestial Handbook. Rev. ed. NY: Dover, 1978.

Clerke, Agnes M. "Homeric Astronomy II." Nature 35 (1887): 607-608.

Flieger, Verlyn, and Douglas A. Anderson. Tolkien On Fairy-Stories. London: HarperCollins, 2008.

Frost, Robert. Collected Poems. NY: Henry Holt and Co., 1930. [Русский текст приводится по: https://www.stihi.ru/2011/02/02/386]

Getty, Naomi. "Star-gazing in Middle-earth: Stars and Constellations in the World of Tolkien." Beyond Bree (April 1984): 1-3.

Green, Richard, transl. Boethius, The Consolation of Philosophy. Indianapolis, IN: Bobbs-Merrill Co., 1962. [Русский текст приводится по: Боэций. Утешение Философией и другие трактаты. / Пер. В.И. Уколовой и М.Н. Цейтлина. М., Наука, 1990]

Laird, Edgar, and Donald W. Olson. "Boethius, Boece, and Boötes: A Note on the Chronology of Chaucer's Astronomical Learning." Modern Philology 88, no. 2 (1990): 147-149.

Larsen, Kristine. "A Definitive Identification of Tolkien's 'Borgil': An Astronomical and Literary Approach." Tolkien Studies 2 (2005): 161-170.

Larsen, Kristine. "Swords and Sky Stones: Meteoric Iron in The Silmarillion." Mallorn 44 (2006): 22-26.

Larsen, Kristine. "'Rose-stained in the Sunset': Elwing and Her Possible Planetary Counterpart." Amon Hen, no. 209 (2008): 183-186.

Mair, G.R., transl. Aratus, Phaenomena. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1955. [Русский текст приводится по: Небо, наука, поэзия: Античные авторы о небесных светилах. / Перевод и ком. А.А. Россиуса, М.: Изд. МГУ, 1992]

Manning, Jim. "Elvish Star Lore." Planetarian (December 2003): 14-22.

Noel, Ruth. The Languages of Middle-earth. Boston: Houghton Mifflin, 1980.

Parker, R.A. "Egyptian Astronomy." Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A. 276, no. 1257 (1974): 51-65.

Quiñonez, Jorge. "An Elvish Astronomical Catalog." Vinyar Tengwar 2 (1988): 8-10.

Quiñonez, Jorge, and Ned Raggett. "Nólë I Meneldilo: Lore of the Astronomer." Vinyar Tengwar 12 (1990): 5-15.

Schaefer, Bradley. "The Heliacal Rise of Sirius and Ancient Egyptian Chronology." Journal for the History of Astronomy 31 (2000): 149-154.

Shapley, Harlow. "Globular Clusters and the Structure of the Galactic System." Publications of the Astronomical Society of the Pacific 30, no. 173 (1918): 42-54.

Tandy, David W., and Walter C. Neale, transl. Hesiod's Works and Days. Berkeley: University of California Press, 1996. [Русский текст приводится по: Эллинские поэты VII-III вв. до н. э. Эпос. Элегия. Ямбы. Мелика / Отв. ред. М.Л. Гаспаров. М.: Ладомир, 1999]

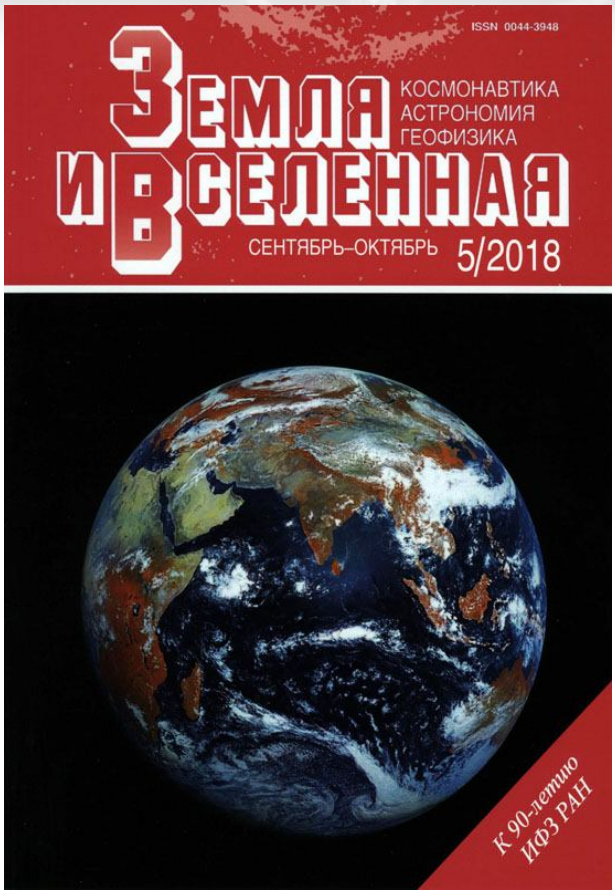
Tennyson, Alfred. The Poetic and Dramatic Works of Alfred Lord Tennyson. Boston: Houghton Mifflin, 1898.

Tolkien, J.R.R. "Philology: General Works." The Year's Work in English Studies 4 (1923): 20-37.

Wilson, James, and Michael Proxon. "Hail, Elentari in the Firmament." Quettar, no. 17-18 (1983): 7-10.

Кристина Ларсен
Перевод Марии Семенихиной,
под редакцией Сергея Белякова

Журнал "Земля и Вселенная" 5 - 2018



Аннотации основных статей журнала «Земля и Вселенная» № 5, 2018

«Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук: из прошлого в будущее». Член-корреспондент РАН, директор Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН С.А. Тихоцкий.

По традиции, историю нашего Института мы ведем от 1928 года, когда в составе Академии наук СССР на основании Постановления Совета народных комиссаров от 13 марта был образован Сейсмологический институт (СИАН). Инициатива его создания принадлежала первому директору Павлу Михайловичу Никифорову. За плечами 33-летнего П.М. Никифорова к этому моменту уже был опыт руководства отделом сейсмологии в Физико-математическом институте АН СССР, участие в многочисленных сейсмических и гравиметрических экспедициях, целью которых было исследование, в частности, Курской магнитной аномалии, железорудных месторождений Криворожья, трассы Туркестанской железной дороги. Им уже были созданы новые, передовые для того времени, компактные сейсмографы и гравитационные вариометры и разработаны теоретические основы гравиметрического и сейсмического методов изучения недр; проведены их полевые испытания и практическое внедрение.

«Уникальная тектоника Земли». Член-корреспондент РАН В.П. Трубицын (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН).

Только на Земле верхняя холодная жесткая литосфера течениями тепловой конвекции представляет собой систему жестких литосферных плит, которые участвуют в конвективном кругообороте вещества мантии. Плиты сцеплены между собой, а при их «срыве» возникают землетрясения. На Земле кора не сплошная, она состоит из нескольких континентов, плавающих на поверхности среди литосферных плит, которые то «примерзают» к континентам, то отрываются от них. Континенты время от времени объединяются в суперконтиненты, а затем расходятся.

При высокой интенсивности тепловой конвекции на всех тектонически активных планетах горячие восходящие потоки тепловой конвекции приобретают форму узких струй – плюмов. Однако, только на Земле плюмы, прорываясь на поверхность движущихся плит, образуют на них цепочки застывающих вулканов. В настоящее время глобальная тектоника литосферных плит, плавающих континентов и мантийных плюмов может быть воспроизведена в процессе численного моделирования.

«Тайны планетных недр». Доктор физико-математических наук Т.В. Гудкова (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН).

Одна из центральных проблем наук о Земле – геофизики, геохимии и геологии – построение теории образования Земли, ее начального состояния и эволюции. Начиная с Р. Декарта (начало XVII в.), вопрос о происхождении и эволюции Солнечной системы привлекал к себе внимание крупнейших естествоиспытателей. Научная космогония ведет свое начало с работ И. Канта и П.-С. Лапласа (Земля и Вселенная, 2009, № 2). Большой вклад в теорию образования планет внес академик О.Ю. Шмидт (Земля и Вселенная, 2002, № 2). Проблемы изучения внутреннего строения Земли, Луны и планет, их эволюции тесно взаимосвязаны (Земля и Вселенная, 1973, № 5; 1974, № 1; 1992, № 4). С одной стороны, исследование процессов, происходящих (и происходивших) на Земле невозможно рассматривать без привлечения данных о планетах и спутниках. С другой – при изучении планет наши исследования опираются на знания, полученные для Земли. Внутреннее строение нашей планеты служит отправной точкой при исследовании недр других планет.

«Автономное складко-надвигообразование в земной коре». Кандидат геолого-минералогических наук В.И. Шевченко, кандидат физико-математических наук А.А. Лукк (Институт физики Земли РАН).

Земная кора разделяется на обширные стабильные плиты, платформы, в пределах которых горные породы слабо или совсем не деформированы,

и узкие подвижные пояса, для которых характерна интенсивная дислоцированность пород. Примером такого подвижного пояса является горный пояс Альп, Карпат, Кавказа, Памира, Гималаев. В статье рассмотрены геодинамика подвижных поясов Земли и механизм формирования тектонических дислокаций (складок, разломов) пород земной коры, то есть нарушения залегания горных пород под действием тектонических процессов. Принято считать, что деформирование пород подвижных поясов вызвано давлением более прочных платформ, плит на менее прочные, пластичные подвижные пояса, то есть с внешним воздействием на них. Полученные в течение последнего полувека геологические, сейсмологические и геодезические данные позволяют нам утверждать, что важнейшим фактором деформирования пород земной коры является увеличение объема слоистых осадочных и других пород, не связанное с механическим внешним воздействием на них. Это позволяет говорить об автономности процесса формирования складчато-разломной структуры подвижных поясов.

«Тайны Эльбрусской вулканической области». Член-корреспондент РАН А.Л. Собисевич, доктор технических наук Л.Е. Собисевич (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН).

Приэльбрусье – это высокогорье в верховьях рек Баксана, Малки и Кубани, примыкающее к Эльбрусу. К чудесным творениям природы относится Баксанское ущелье, подъезжая к которому мы видим горные цепи с вершинами высотой более 4 тыс. м, покрытыми снежно-ледовыми шапками, входящие в Главный Кавказский хребет. Здесь подняли высоко в небо скальные башни красавица Шхельда и двурогая Ушба; ярко сверкает на солнце громада Донгузоруна, а чуть дальше высятся величественные Дыхтау и Ирикчат. Но над всем этим районом, конечно, господствует Эльбрус. Две его величественные белые главы невольно притягивают к себе взоры путешественника, вызывая неописуемый восторг. Слово «Приэльбрусье» в каждом, посетившим эти места, вызывает свои особенные ассоциации, но у многих оно связано с Эльбрусом, с попыткой покорения его вершин, и разгадкой тайн этого удивительного района.

«Прогноз землетрясений: проблема и пути ее решения». Доктор физико-математических наук Завьялов А.Д. (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН).

В статье автор знакомит читателей с одним из проявлений природных катастроф – землетрясением: что это такое, как и где оно происходит; можно ли прогнозировать землетрясения и как это делается, что надо делать, чтобы предотвратить гибель людей в результате землетрясений.

«Ионосферный след от землетрясений и цунами». Доктор физико-математических наук С.Л. Шалимов (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН).

Диагностика внешних оболочек Земли, осуществляемая посредством глобальных навигационных спутниковых систем и не менее глобальной сети наземных приемников и передатчиков в сверхдлинноволновом радиодиапазоне, позволяют исследовать достаточно сложные процессы литосферно-ионосферных связей, например, воздействия землетрясений и цунами на ионосферу.

«Солнце в апреле – мае 2018 г.». В.Н. Ишков (ИЗМИРАН).

«Памяти Азария Григорьевича Гамбурцева». По материалам архива Института физики Земли РАН.

12 апреля 2018 г. не стало замечательного человека, нашего коллеги Азария Григорьевича Гамбурцева – известного ученого, главного научного сотрудника Института физики Земли РАН, доктора физико-математических наук, академика РАЕН, вся жизнь которого была тесно связана с нашим институтом.

Он был хорошо известен как ученый, активно работавший в области изучения взаимосвязей между различными природными, биологическими и социальными процессами в широких пространственно-временных масштабах. Эти исследования объединили усилия ученых, работающих в разных направлениях. Они послужили основой для разработки комплексного геодинамического, экологического, социального и медицинского мониторинга природопользования, а также для создания стратегии его эффективного развития.

«Небесный календарь: ноябрь – декабрь 2018 г.». В.И. Щивьёв (г. Балашиха, Московская область).

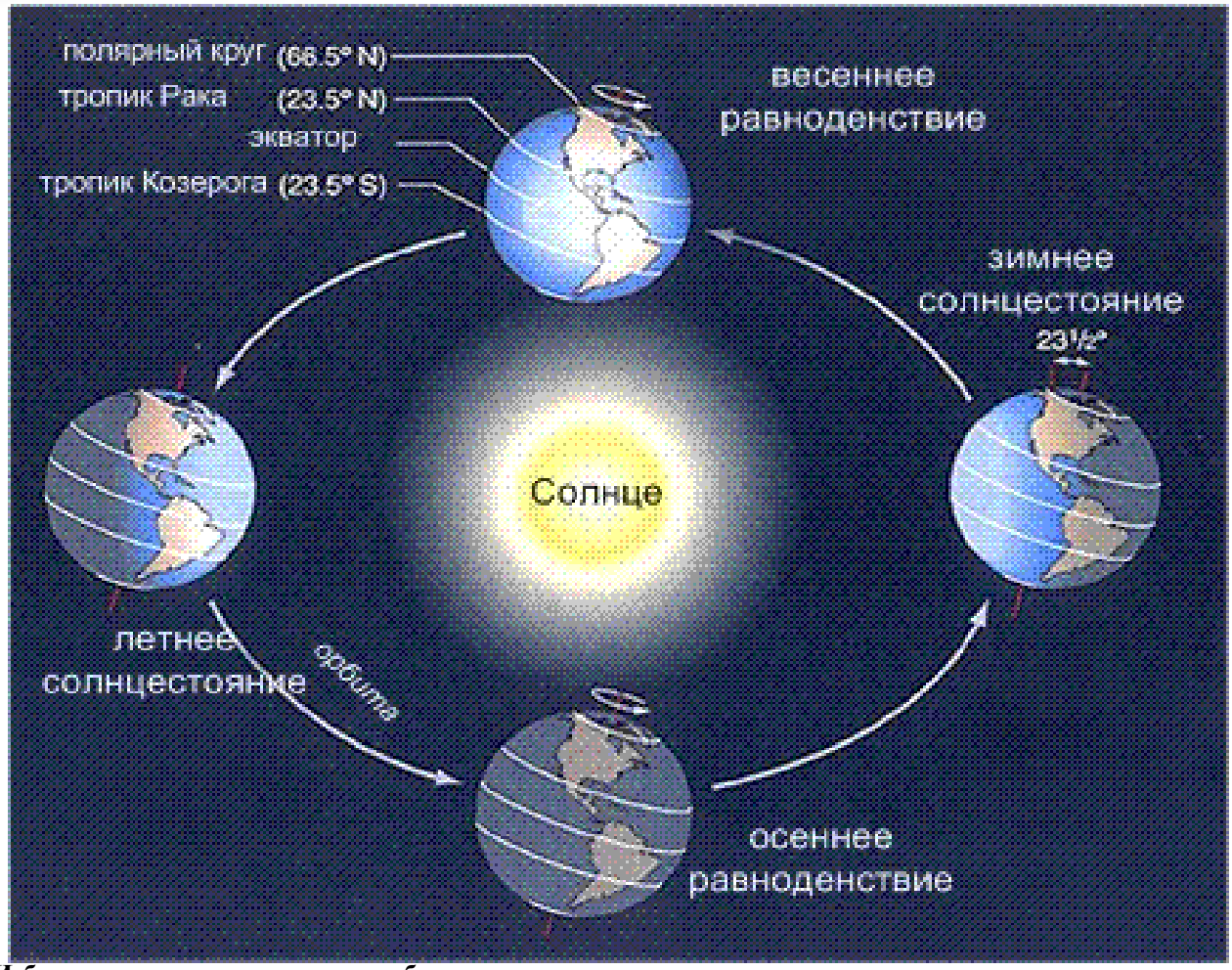
Читайте в журнале «Земля и Вселенная» № 6, 2018:

ИВАНЧИК А.В., ЮРЧЕНКО В.Ю. Нейтринная астрофизика. Космологические нейтрино
КОНЕШОВ В.Н. Современные методы морской и аэрогравиметрии, созданные с участием ИФЗ РАН
ИШКОВ В.Н. Солнце в июне – июле 2018 г.
Памяти члена-корреспондента РАН Виктора Кузьмича Абалакина
ГЕРАСЮТИН С.А. Сподвижник С.П. Королёва – Сергей Сергеевич Крюков
КУЗЬМИН А.В. Космос Фалеса
СУДАКОВ В.С., РАХМАНИН В.Ф. Творческая деятельность В.П. Глушко в области создания космических ракет
РОГОЖИН Е.А. Представление о строении очагов сильных землетрясений
ХАВРОШКИН О.Б., СТАРОВЕРОВ А.В. Космическая пушка для исследования Луны
РУБЛЁВА Ф.Б. XI Конференция «Школа лектора – 2018»
СОЛОМОНОВ Ю.В., ГЕРАСЮТИН С.А. «Призраки» во Вселенной
ЩИВЬЕВ В.И. Небесный календарь: январь – февраль 2019 г.
СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., КОЛОМИЕЦ М.В. Сейсмичность Земли в первом полугодии 2018 года

Адрес редакции журнала «Земля и Вселенная»:
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 90, комн. 423
телефон: 8 (495) 276-77-28 доб. 42-31 или 42-32
e-mail: zevs@naukaran.com

Валерий Щивьев, *любитель астрономии*
http://www.astronet.ru/

МАРТ - 2019



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 марта - Луна (Ф= 0,24-) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
1 марта - долгопериодическая переменная звезда R Близнецов близ максимума блеска (6m),
1 марта - покрытие Луной (Ф= 0,2-) Сатурна при видимости в акватории Тихого океана,
2 марта - Луна (Ф= 0,15-) в нисходящем узле своей орбиты,
2 марта - долгопериодическая переменная звезда R Девы близ максимума блеска (6m),
2 марта - Луна (Ф= 0,13-) близ Венеры,
4 марта - Луна (Ф= 0,04-) в апогее своей орбиты на расстоянии 406387 км от центра Земли,
5 марта - Меркурий в стоянии с переходом к попятному движению,
6 марта - Луна (Ф= 0,0) проходит южнее Нептуна,
6 марта - новолуние,
7 марта - Нептун в соединении с Солнцем,
10 марта - Луна (Ф= 0,11+) близ Урана,
11 марта - долгопериодическая переменная звезда V Волопаса близ максимума блеска (6m),
11 марта - покрытие Луной (Ф= 0,19+) звезды мю Кита (4,3m) при видимости на Дальнем Востоке,
11 марта - Луна (Ф= 0,2+) близ Марса,
12 марта - покрытие на 1,9 секунды астероидом 433 Эрос звезды HIP33731 (6,7m) из созвездия Единорога при видимости на Чукотке и в Северной Америке,
13 марта - Луна (Ф= 0,39+) близ Альдебарана,
13 марта - покрытие Луной (Ф= 0,42+) звезды 97 Тельца (5,1m) при видимости на Европейской части страны,
14 марта - Луна в фазе первой четверти,
14 марта - покрытие Луной (Ф= 0,55+) звезды хи1 Ориона (4,4m) при видимости на севере страны,
14 марта - Максимум действия метеорного потока гамма-Нормиды (ZHR= 6) из созвездия Наугольника,
15 марта - Меркурий в нижнем соединении с Солнцем,
15 марта - Луна (Ф= 0,65+) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,
16 марта - Луна (Ф= 0,74+) в восходящем узле своей орбиты,
17 марта - Луна (Ф= 0,83+) пересекает звездное скопление Ясли (М44),
18 марта - долгопериодическая переменная звезда SS Девы близ максимума блеска (6m),
19 марта - Луна (Ф= 0,94+) близ Регула,

19 марта - Луна (Ф= 0,97+) в перигее своей орбиты на расстоянии 359378 км от центра Земли,
20 марта - весеннее равноденствие,
21 марта - полнолуние,
21 марта - долгопериодическая переменная звезда RR Скорпиона близ максимума блеска (5m),
25 марта - Меркурий проходит в 2,4 гр. севернее Нептуна,
25 марта - долгопериодическая переменная звезда U Кита близ максимума блеска (6,5m),
25 марта - долгопериодическая переменная звезда V Кассиопеи близ максимума блеска (7m),
27 марта - Луна (Ф= 0,6-) близ Юпитера,
27 марта - Меркурий в стоянии с переходом к прямому движению,
28 марта - Луна в фазе последней четверти,
28 марта - долгопериодическая переменная звезда W Кита близ максимума блеска (6,5m),
28 марта - Луна (Ф= 0,47-) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
29 марта - покрытие Луной (Ф= 0,40-) Сатурна при видимости в акватории Атлантического и Индийского океанов и в южной части Африки,
29 марта - Луна (Ф= 0,37-) в нисходящем узле своей орбиты,
31 марта - долгопериодическая переменная звезда R Змееносца близ максимума блеска (6,5m),
31 марта - Марс проходит в 3 градусах южнее звездного скопления Плеяды.

Обзорное путешествие по небу марта в журнале «Небосвод» (http://astronet.ru/db/msg/1233809).

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 весеннему небу в созвездии Стрельца при фазе 0,26- близ Сатурна и максимального склонения к югу от небесного экватора. В этом созвездии в первый день месяца стареющий серп покроет Сатурн при видимости в акватории Тихого океана. Продолжая уменьшать фазу и пересекая созвездие Стрельца в направлении созвездия Козерога, лунный серп достигнет его 2 марта при фазе около 0,13- и пройдя нисходящий узел своей орбиты. Здесь 2 марта Луна пройдет южнее Венеры при фазе 0,12-. Тонкий месяц пробудет в этом созвездии до 5 марта (достигнув 4 марта апогея своей орбиты), а затем перейдет в созвездие Водолея при фазе 0,02-. Здесь Луна примет фазу новолуния 6 марта, пройдя южнее Нептуна, а затем выйдет на вечернее небо. В созвездие Рыб тонкий лунный серп вступит 7 марта при фазе 0,01+. Здесь Луна пройдет южнее Меркурия, наблюдаясь на фоне вечерней зари. 8 марта, увеличив фазу до 0,02+, молодой месяц перейдет в созвездие Кита, а 9 марта при фазе 0,07+ Луна вновь вступит в созвездие Рыб. В этом созвездии тонкий серп пойдет на сближение с Ураном, южнее которого пройдет 10 марта при фазе 0,11+. В этот же день Луна при фазе 0,14+ вновь перейдет в созвездие Кита, а 11 марта достигнет созвездия Овна при фазе 0,18+. Здесь молодой месяц пройдет южнее Марса (Ф= 0,21+). 12 марта лунный серп при фазе 0,26+ перейдет в созвездие Тельца, а 13 марта пройдет в полутора градусах севернее Альдебарана при фазе 0,39+. Текущая серия покрытий этой звезды закончилась, а в следующий раз Луна покроет Альдебаран только 18 августа 2033 года. В созвездии Тельца Луна примет фазу первой четверти 14 марта, а затем устремится к созвездию Ориона, в которое вступит в тот же день при фазе 0,53+. 15 марта лунный полудиск (Ф= 0,56+) перейдет в созвездие Близнецов, находясь близ максимального склонения к северу от небесного экватора. Увеличивая фазу до 0,77+ лунный овал достигнет созвездия Рака 16 марта. В этот же день Луна достигнет восходящего узла своей орбиты, а 17 марта при фазе 0,83+ пройдет по звездному скоплению Ясли (M44). 18 марта яркий лунный овал (Ф= 0,88+) перейдет в созвездие Льва и устремится к Регулу, севернее которого пройдет на следующий день при фазе 0,94+ и близ перигея своей орбиты (19 марта). В созвездии Льва Луна пробудет до 20 марта, когда при фазе 0,99+ перейдет в созвездие Девы. Здесь лунный овал 21 марта примет фазу полнолуния, а 22 марта пройдет севернее Спики при фазе 0,97-. 23 марта при фазе 0,92- Луна перейдет в созвездие Весов, где пробудет до 25 марта, уменьшив фазу до 0,77-. В этот день лунный овал побывает в созвездии Скорпиона, а затем (Ф= 0,73-) перейдет в созвездие Змееносца, наблюдаясь на ночном и утреннем небе. Здесь 27 марта на утреннем небе Луна сблизится с Юпитером при фазе 0,6-, а затем перейдет в созвездие Стрельца. Здесь 28 марта ночное светило примет фазу последней четверти. 29 марта при фазе 0,4- и близ максимального склонения к югу от небесного экватора Луна второй раз за месяц покроет Сатурн при видимости в Африке и акватории Атлантического и Индийского океанов. 30 марта лунный серп при фазе 0,32- достигнет созвездия Водолея, проведет здесь 2 дня и закончит свой путь по небу марта при фазе 0,17-.

Большие планеты Солнечной системы. **Меркурий** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Рыб, 23 марта переходя в созвездие Водолея. До 5 марта быстрая планета перемещается в одном направлении с Солнцем, затем имеет попятное движение, вновь переходя к прямому движению 27 марта. Первую половину месяца Меркурий находится на вечернем небе, наблюдаясь на фоне зари над западным горизонтом, а во второй половине марта находится на утреннем небе, наблюдаясь на фоне зари над восточным горизонтом. Нижнее соединение с Солнцем Меркурий пройдет 15 марта. В начале месяца видимый диаметр Меркурия имеет значение около 8 угловых секунд, медленно увеличиваясь до 11 секунд дуги ко времени соединения с Солнцем. Фаза планеты постепенно уменьшается от 0,35 в начале описываемого периода и до 0 к моменту соединения, а затем увеличивается до 0,25 к концу марта. Это означает, что при наблюдении в телескоп в первую половину месяца Меркурий будет иметь вид серпа, уменьшающегося по фазе, но растущим в видимых размерах. Во второй половине марта будет

происходить обратный процесс с увеличением фазы, но с уменьшением видимого диаметра. Блеск планеты до соединения уменьшается от 0m до +5m, а после соединения увеличивается от +5m до +1m. 11 ноября 2019 года Меркурий пройдет по диску Солнца.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца, переходя в первый день месяца в созвездие Козерога, а 24 марта - в созвездие Водолея. Планета видна на утреннем небе, уменьшая угловое удаление к западу от Солнца от 41 до 35 градусов. Эта утренняя видимость - наиболее благоприятное время для наблюдений Венеры в 2019 году. Невооруженным глазом Венера наблюдается и днем, а легче всего ее можно найти в первую половину дня. В телескоп наблюдается овал без деталей. Видимый диаметр Венеры уменьшается от 16” до 13”, а фаза увеличивается от 0,71 до 0,81 при блеске, уменьшающемся от -4,2m до -4,0m.

Марс перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна, 23 марта переходя в созвездие Тельца. Планета наблюдается на фоне вечерних сумерек в виде яркой красноватой звезды выделяющейся на фоне других звезд. Блеск планеты за месяц уменьшается от +1,2 до +1,4m, а видимый диаметр имеет значение около 5”. Марс 27 июля 2018 года прошел великое противостояние с Солнцем, а следующее противостояние (близкое к великому) будет иметь место 13 октября 2020 году. Крупные детали на поверхности планеты можно наблюдать в инструмент с диаметром объектива от 100 мм, и, кроме этого, фотографическим способом с последующей обработкой на компьютере.

Юпитер перемещается прямым движением по созвездию Змееносца (севернее звезды тета Oph с блеском 4,2m). Газовый гигант наблюдается на ночном и утреннем небе. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы возрастает от 36” до 40” при блеске, достигающем от -1,9m до -2,1m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности 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. Сведения о конфигурациях спутников имеются в Календаре наблюдателя за март 2019 года.

Сатурн перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца рядом с треугольником звезд пи, омикрон и кси Sgr. Наблюдать окольцованную планету можно на ночном и утреннем небе. Блеск планеты составляет +0,6m при видимом диаметре, достигающем 16,5”. 1 и 29 марта Сатурн покроется Луной, но оба покрытия в России и СНГ не видно. В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимые размеры кольца планеты составляют в среднем 40x15” при наклоне к наблюдателю 24 градуса.

Уран (5,9m, 3,4”) перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна (близ звезды омикрон Psc с блеском 4,2m). Планета видна по вечерам, а найти ее можно 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 увидеть в периоды новолуний на темном чистом небе. Спутники Урана имеют блеск слабее 13m.

Нептун (7,9m, 2,3”) движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея близ звезды фи Aqr (4,2m). Планета не видна т.к. вступает в соединение с Солнцем 7 марта. Для поисков самой далекой планеты Солнечной системы в период видимости понадобится бинокль и звездные карты в Астрономическом календаре на 2019 год, а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Фотографическим путем Нептун можно запечатлеть самым простым фотоаппаратом с выдержкой снимка 10 секунд и более. Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

Из комет, видимых в марте с территории нашей страны, расчетный блеск около 11m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: P/Wirtanen (46P) и P/West-Hartley (123P). Первая при максимальном расчетном блеске около 10m движется по созвездиям Большой Медведицы и Малого Льва. Вторая перемещается также по созвездиям Большой Медведицы и Малого Льва при максимальном расчетном блеске слабее 11m. 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 самыми яркими в марте будут Церера (8,2m) - в созвездии Змееносца, Паллада (7,9m) - в созвездии Девы и Волопаса, а также Веста (7,9m) - в созвездии Водолея и Рыб. Эфемериды этих и других доступных малым телескопам астероидов даны в таблицах выше. Карты путей этих и других астероидов (комет) даны в КН за март 2019 года (файл mapkn032019.pdf). Сведения о покрытиях звезд астероидами на http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm .

Из относительно ярких долгопериодических переменных звезд (наблюдаемых с территории России и СНГ) максимума блеска в этом месяце по данным AAVSO достигнут: R Близнецов 7,1m - 1 марта, R Девы 6,9m - 2 марта, RV Орла 9,0m - 6 марта, X Близнецов 8,2m - 7 марта, RW Андромеды 8,7m - 8 марта, S Весов 8,4m - 8 марта, V Козерога 9,2m - 8 марта, X Водолея 8,3m - 8 марта, V Волопаса 7,0m - 11 марта, SS Змееносца 8,7m - 11 марта, R Малого Пса 8,0m - 12 марта, SS Девы 6,8m - 18 марта, V Льва 9,1m - 21 марта, RR Скорпиона 5,9m - 21 марта, U Кита 7,5m - 25 марта, V Кассиопеи 7,9m - 25 марта, RY Змееносца 8,2m - 27 марта, W Кита 7,6m - 28 марта, R Лисички 8,1m - 30 марта, R Змееносца 7,6m - 31 марта. Больше сведений 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.

Ясного неба и успешных наблюдений!

Дополнительно в Астрономическом календаре на 2019 год - http://www.astronet.ru/db/msg/1364101

Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на http://www.astronomy.ru/forum/index.php и на форуме Старлаб http://www.starlab.ru/forumdisplay.php?f=58
Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 03 за 2019 год http://www.astronet.ru/db/news/**

Александр Козловский, *журнал «Небосвод»*





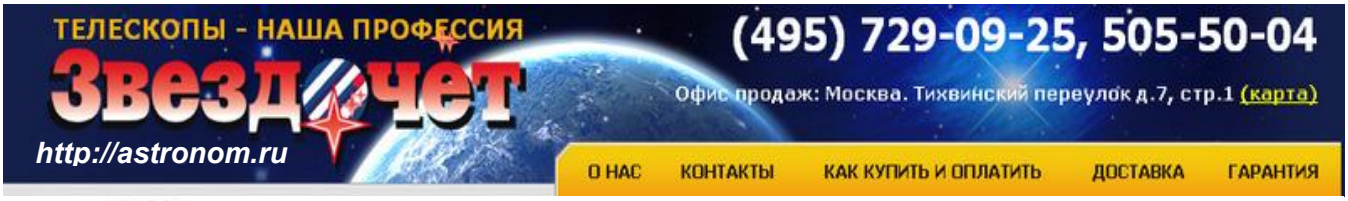
Астрономический календарь на 2019 год
http://www.astronet.ru/db/msg/1364101







Астрономия .РФ
http://астрономия.рф/
Общероссийский астрономический портал



бв большая вселенная
http://www.biguniverse.ru

Ультима Туле от "Новых Горизонтов"



Небосвод 03 - 2019

NASA/JHUAPL/SwRI/Thomas Appéré