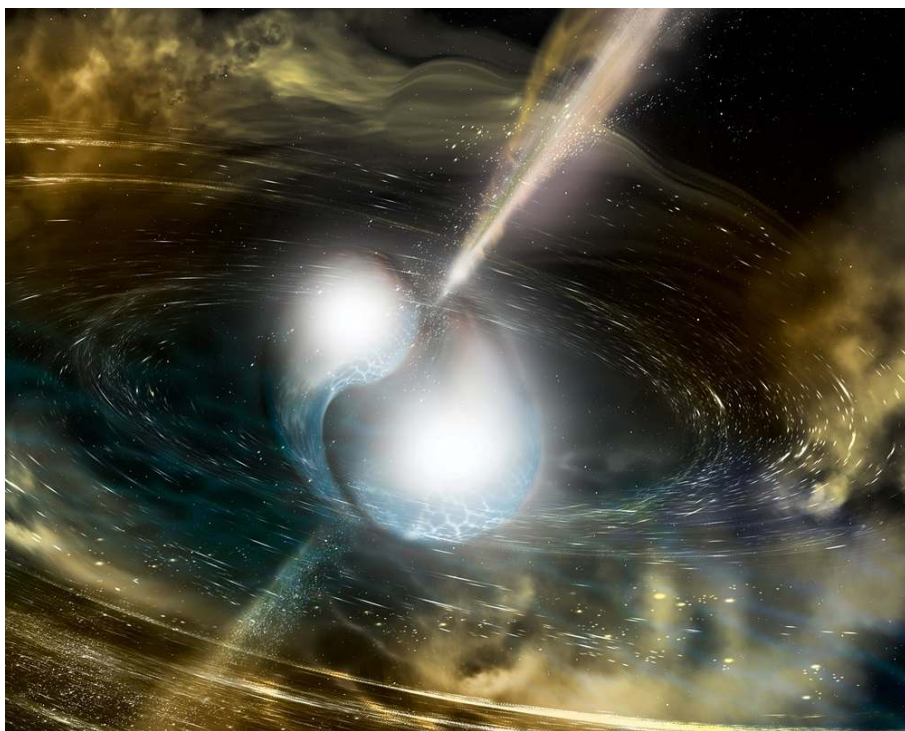




ПОД СЕВЕРНЫМ №2 (63) НЕБОМ

октябрь 2017 года

Газета для любителей астрономии



ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ: СЛИЯНИЕ НЕЙТРОННЫХ ЗВЁЗД

В то время как лидеры американского проекта «LIGO», позволившего впервые обнаружить гравитационно-волновой сигнал, получили Нобелевскую премию по физике спустя всего два года после сделанного открытия, отрасль постепенно «вращается» в повседневный обиход астрономов, преподнося новые сюрпризы.

Так, 17 августа 2017 года детекторы «Virgo» (Италия) и «LIGO» (США) впервые зафиксировали гравитационно-волновой сигнал GW170817, порождённый слиянием двух нейтронных звёзд в галактике NGC 4993 в созвездии Гидра, расположенной в 130 млн. световых лет от нас. (Четыре предыдущих пойманных гравитационно-волновых сигнала являлись следствием слияния чёрных дыр.) Почти одновременно с сигналом из этой же области неба поступил короткий гамма-всплеск GRB 170817A, продолжавшийся около двух секунд (оказавшийся самым близким коротким гамма-всплеском из тех, до которых измерено расстояние).

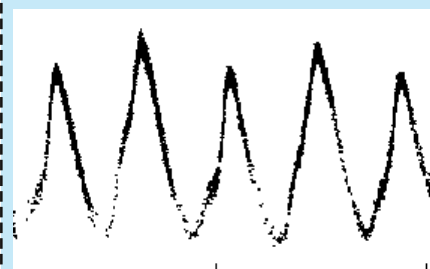
Вскоре после сделанного открытия земные телескопы обнаружили оптическое послесвечение, оставленное событием; это было первое обнаруженное послесвечение для гравитационно-волнового сигнала. К наблюдениям подключилась плеяда наземных и космических телескопов (в т.ч. крупнейших), в результате чего послесвечение удалось пронаблюдать в самых разных диапазонах электромагнитного излучения. Это позволило всесторонне изучить явление, в т.ч. доказать, что скорость распространения гравитационных волн практически равна скорости света.

Артём Новичонок

В НОМЕРЕ:

Кэри Малатеста
Анастасия Жорниченко (перевод)
Z Андромеды – прототип симбиотических переменных звёзд. Часть 1.

стр. 2



Артём Новичонок
Ксенон в атмосфере Земли

стр. 4

Александр Калугин
300 лет петровским затмениям

стр. 5

Егор Никифоров
Астрофото: природа под пологом ночи

стр. 6



Z АНДРОМЕДЫ – ПРОТОТИП СИМБИОТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЁЗД

Автор текста статьи:

Автор перевода:



**КЭРРИ
МАЛАТЕСТА**
AAVSO (США)



**АНАСТАСИЯ
ЖОРНИЧЕНКО**
г. Петрозаводск

Являясь прототипом симбиотических переменных звёзд, Z Андромеды (Z Andromedae) одна из самых отслеживаемых и хорошо изученных объектов этого типа. Эта удивительная переменная была открыта Вильяминой Флеминг в обсерватории Гарвардского университета во время изучения обсерваторических спектральных пластинок. Особенностью, привлечшей внимание мисс Флеминг, было то, что Z Андромеды обладала нетипичным спектром, некоторые детали которого напоминали те, что наблюдались у новой Персея 1901 года (Nova Persei 1901, GK Per) и новой Змееносца 1898 года (Nova Ophiuchi 1898, RS Oph). Вследствие этого Z Андромеды была внесена в список звёзд с так называемыми пекулярными (необычными) спектрами. Дальнейший спектральный

анализ был проведен Энни Джамп Кэннон, когда во время работы над каталогом Генри Дрейпера (HD) она выделила группу красных звёзд с эмиссионными линиями H I и He II в спектрах, в которую попала и Z And. Но эти результаты оставались практически незамеченными до 1932 года, когда Пол Меррилл и Милтон Хьюматон заново открыли звезды CI Лебеда (CI Cyg), RW Гидры (RW Hya) и AX Персея (AX Per) в качестве пекулярных звезд спектрального класса M с мощным эмиссионными линиями He II 4686 в спектрах. Спектры этих звёзд свидетельствовали об их низких температурах, но также содержали эмиссионные линии, характерные для резко возбуждённых состояний атомов. В 1941 Меррилл предложил использовать термин «симбиотический» для описания звёзд, де-

монстрирующих подобный комбинированный спектр и считать Z Андромеды прототипом этого класса.

Противоречивые семьи симбиотических звёзд

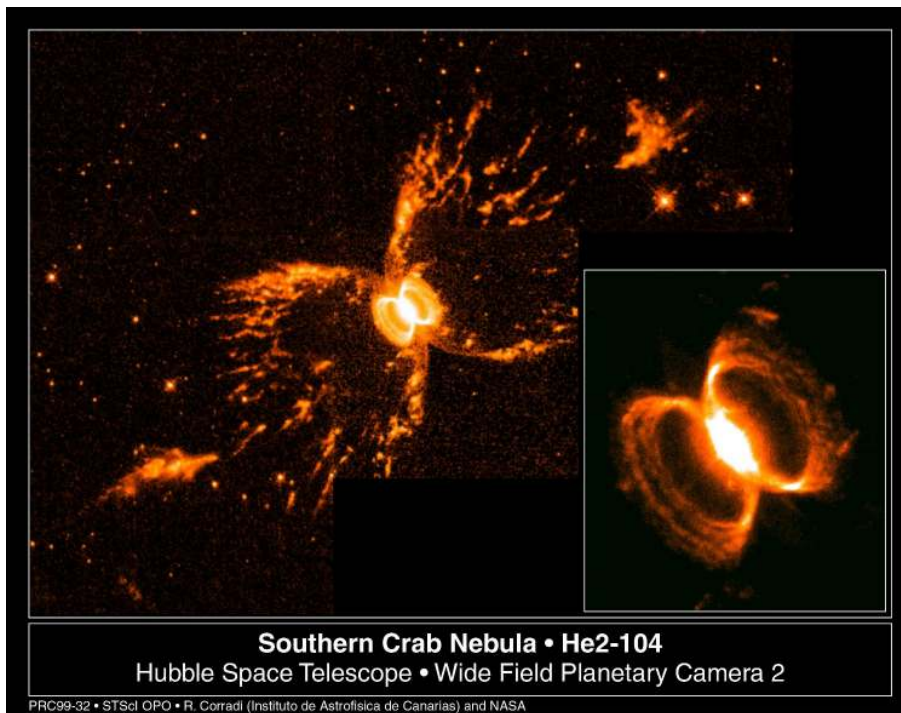
На данный момент около 150 переменных звёзд отнесено к классу симбиотических. Наиболее известные его представители – Z Андромеды, R Водолея (R Aquarii) и SN Лебеда (SN Cygni). Однако эта группа неоднородна и состоит из отличающихся друг от друга звёздных семейств. Единственным параметром, который действительно объединяет этот вид переменных, является их двойственность. Спектры симбиотических звёзд свидетельствует о трех источниках происхождения спектральных линий. Первая составляющая – это наиболее «холодный» спектр, предположительно производимый красным гигантом или сверхгигантом спектрального класса K или M, который в ряде случаев может быть миридой (например, у R Водолея). Вторая составляющая спектра представлена яркими эмиссионными линиями, подобными тем, что излучают маленькие горячие звёзды. В симбиотической системе источником этих линий может быть (Iben and Tutukov, 1996):

- 1) белый карлик из вырожденного вещества, подобный таким, которые расположены в центрах планетарных туманностей;
- 2) звезда главной последовательности с аккреционным диском;
- 3) или даже нейтронная звезда с аккреционным диском.

Считается, что за третью составляющую спектра ответственна туманность, охватывающая оба звёздных объекта и состоящая преимущественно из вещества, потерянного холодной гигантской звездой.

Существование двойных звёздных систем позволяет астрономам определять некоторые важ-

Симбиотическая звёздная система в Южной Крабовидной туманности, расположенной в созвездии Центавра на южной полусфере неба. Астрономы полагают, что это вид двойных песочных часов является результатом двух отдельных вспышек, произошедших несколько тысяч лет назад.



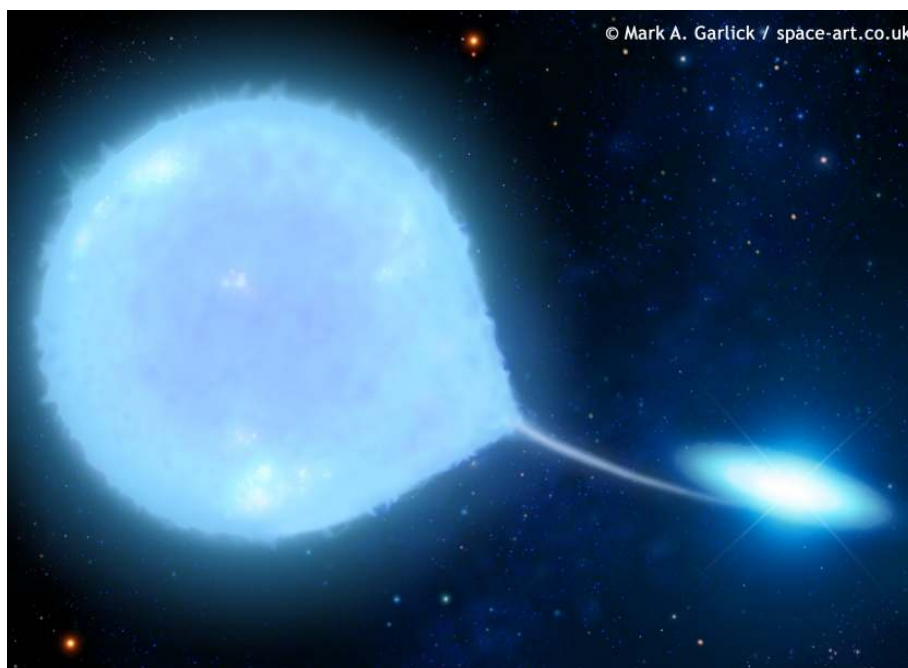
Southern Crab Nebula • He2-104
Hubble Space Telescope • Wide Field Planetary Camera 2

PRC99-32 • STScI OPO • R. Corradi (Instituto de Astrofísica de Canarias) and NASA

нейшие характеристики вовлеченных звёзд, такие как масса и радиус – ключевые параметры для понимания звёздной эволюции. Симбиотические переменные примечательны не только тем, что в этих системах проще изучать взаимодействующие звёзды по отдельности, но также они способствуют получению информации о процессах в туманностях, взаимодействии двух звёзд в двойной системе и многом другом. Симбиотические звёзды имеют самые большие периоды обращения из всех известных взаимодействующих двойных систем (100-2000 дней). Таким образом, каждый компонент этих двойных систем живёт относительно независимо до тех пор, пока они не начинают вступать в контакт.

Согласно Ико Ибен и Александру Тутокову (1996), семейства симбиотических звёзд в целом могут быть разделены на два класса на основании их наблюдаемых физических свойств. Первая категория представлена системами обособленных объектов, в состав которых входят красный гигант или сверхгигант вместе с белым карликом или нейтронной звездой. Ко второй категории принадлежат взаимодей-

Симбиотическая звёздная система R Водолея. Это дуэт гиганта и белого карлика, формирующих и туманность, и джет (полярное струйное течение газа и плазмы).



В обособленных звёздных парах компоненты взаимодействуют друг с другом только гравитационно, в то время как в тесной двойной системе газ одной звезды перетекает на вторую.

ствующие двойные системы, в состав которых входят красные гиганты и аккрецирующие звёзды главной последовательности. В любом случае, кривая изменения блеска демонстрирует длительные периоды покоя наряду с новоподобными вспышками с последующими квазипериодическими колебаниями.

Симбиотические звёздные системы, как правило, сконцентрированы в галактической плоскости без определенных тенденций в пространственном распределении и, по всей видимости, относятся к популяции старых звёзд галактического диска (Mattei, 1978).

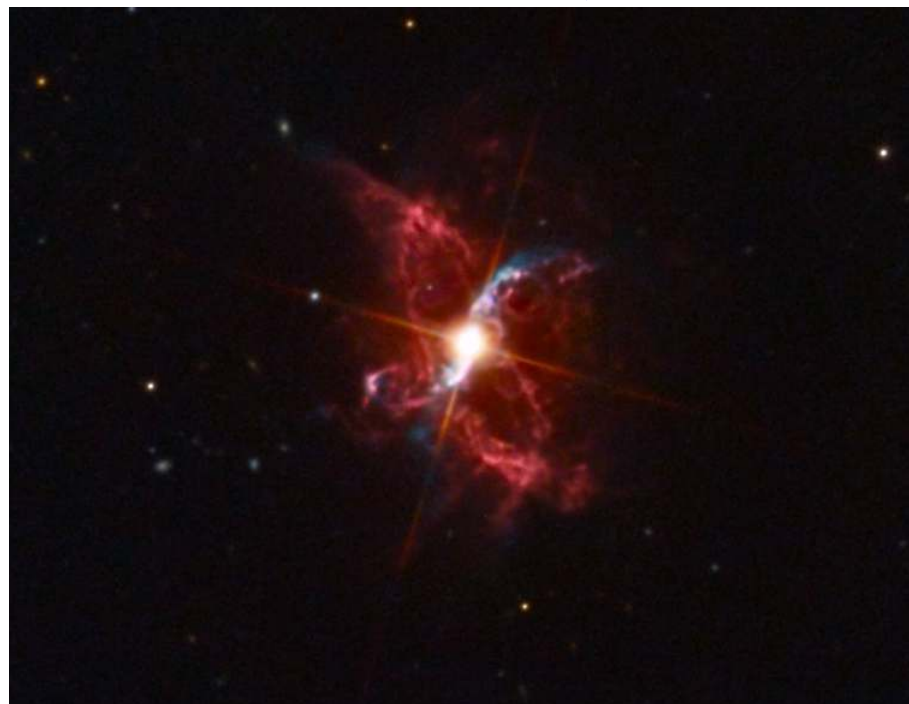
Хотя симбиотические звёзды изучаются в течение многих лет, термин «симбиотические», как ни странно, до сих пор звучит несколько туманно. В Общем каталоге переменных звёзд (ОКПЗ; GCVS) эти звёзды классифицированы следующим образом:

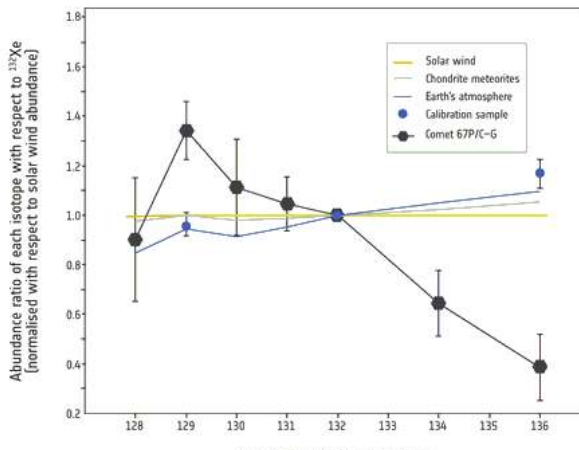
Z AND – симбиотические переменные звёзды типа Z Андромеды. Тесные двойные системы, состоящие из горячей звезды, звезды позднего спектрального класса и протяженной газовой оболочки, образованной веществом звёзд. Суммарный блеск системы претерпевает нерегулярные колебания с амплитудой до 4^m. Очень разнородная группа объектов.

ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ...

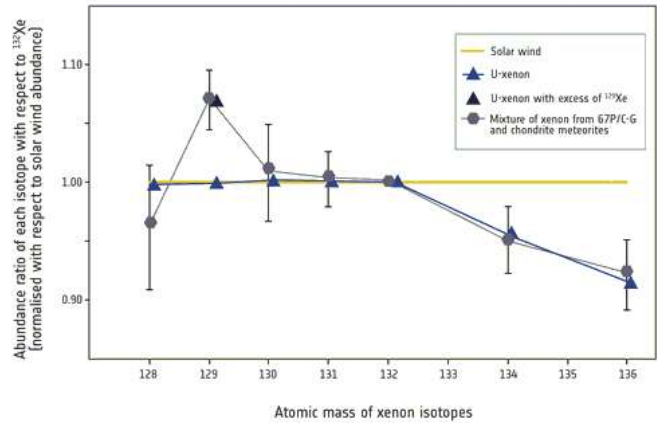
Источник:

https://www.aavso.org/vsots_zand





Слева: соотношение изотопов ксенона, обнаруженных в веществе кометы 67P/C-G по сравнению с его соотношением в других регионах Солнечной системы (в т.ч. в земной атмосфере). Данные нормированы по отношению к содержанию ксенона в солнечном ветре.



Справа: учёные считают, что ксеноновый состав ранней атмосферы Земли (т.н. U-ксенон) можно объяснить столкновениями молодой Земли с астероидами и кометами (вклад комет – 22%). Модель также помогает объяснить избыток изотопа ^{129}Xe , наблюдающийся в атмосфере Земли.



**АРТЁМ
НОВИЧОНОК**
г. Петрозаводск

КСЕНОН В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Благородные газы – одни из основных индикаторов, используемых для получения данных о ранней эволюции Солнечной системы, т.к. они практически не вступают в химические превращения даже на огромных интервалах времени. Ксенон (Xe) – самый тяжёлый из них и, возможно, самый важный, поскольку имеет 8 стабильных изотопов, образующихся в ходе различных астрофизических процессов. Каждый из изотопов дополняет информацию о наших космических истоках.

Ксеноновый парадокс

Моделирование показывает, что изотопный состав ксенона в атмосфере молодой Земли был не таким, как для многих других объектов Солнечной системы из-за низкого количества тяжёлых изотопов. Может оказаться так, что помимо астероидов, в основном насыщавших атмосферу Земли этим благородным газом, активное участие в деле приняли и кометы.

С помощью масс-спектрометра на борту аппарата миссии «Розетта» в коме кометы 67P/Churyumov-Gerasimenko было обнаружено несколько стабильных изотопов ксенона (а также некоторые количества криптона, а ранее – аргона), что впервые позволило установить несомненную количественную взаимосвязь между кометами и эволюцией земной атмосферы и помочь разрешению так называемого «ксенонового парадокса». Суть парадокса в том, что в ранней атмосфере Земли было относительно низкое содержание тяжёлых изотопов ксенона по отношению к другим известным регионам Солнечной системы, что указывает на его особое происхождение. (В настоящее время из-за более быстрого убегания лёгких изотопов ксенона из атмосферы ситуация обратная – в ней преобладают тяжёлые изотопы этого благородного газа). Смесь изотопов ксенона, обнаруженная в кометной коме, напоминает ту, которая, как считается, существовала в ранней атмосфере Земли (т.н. U-ксенон). В то же время, она отличается от того, что мы видим для метеоритов, солнечного ветра и др. Эти измерения говорят о том, что примерно $22 \pm 5\%$ земного ксенона могло быть привнесено в атмосферу нашей планеты кометами (в то время как остальной газ был доставлен астероидами). Различия в

составе изотопов ксенона объясняются тем, что кометы формировались в условиях, отличных от тех, в которых формировались Солнце и планеты. Помимо того, полученные результаты являются ещё одним подтверждением идеи о значительной химической неоднородности туманности, в которой рождалась планета и другие тела Солнечной системы.

Вопрос о появлении ксенона и эволюции его содержания в земной атмосфере связан с вопросом о появлении воды на поверхности Земли. В этом случае, по-видимому, кометы сыграли не столь большую роль, т.к. отношение тяжёлого изотопа водорода дейтерия к «нормальному» противу в веществе кометы 67P отличается от аналогичного земного. Более вероятными кандидатами тут считаются астероиды – члены популяции углистых хондритов с большим содержанием воды. Кометы же, вместе с ксеноном и некоторым количеством воды, могли принести вещества, сыгравшие определённое значение в появлении жизни (например, фосфор или аминокислота глицин, также обнаруженные в составе ядра 67P/C-G).

Авторы исследования: В. Marty et al., 2017

Опубликовано в: Science (2017). Vol. 356, Issue 6342, pp. 1069-1072.

300 ЛЕТ ПЕТРОВСКИМ ЗАТМЕНИЯМ



**АЛЕКСАНДР
КАЛУГИН**

г. Петрозаводск

В Турции (Османской Империи) 25 ноября (6 декабря) 1695 года наблюдалось полное затмение Солнца, напугавшее местных жителей, и без того удручённых последствиями Азовских походов Петра I. 12 (23) сентября 1699 года на территории страны произошло ещё одно полное солнечное затмение, которое было видно и на юге России.

В царствие первого российского императора солнечное затмение 1706 г. было уже предвычислено. В это время шла Северная война и, чтобы предотвратить возможную панику в войсках, Петр I обратился к учёным и должностным лицам с просьбой принять участие в распространении правильного объяснения ожидавшегося 1 (12) мая 1706 г. явления. Известно его письмо к адмиралу Ф.А. Головину, в котором буквально сказано:

«Господин адмирал. Будущего месяца в первый день будет великое солнечное затмение. Этого ради изволь сие поразгласить в наших людях, что когда оно будет, дабы за чудо не поставили. Понеже, когда люди про то ведают прежде, то не есть уже чудо».

Полная фаза затмения наблюдалась на территории Петербургской губернии и южных районов Оло-

нецкой губернии (нынешней Карелии) — недалеко от строящегося Петербурга и заводов на западном побережье Онежского озера (в будущем Петрозаводске). Также на территориях нынешних Калининградской, Новгородской, Ленинградской, Вологодской, Архангельской областей, Республики Коми, Западной и Центральной Сибири, Дальнего Востока, Эстонии, Латвии, Литвы, Польши, Германии, Франции, Италии, Швейцарии, Испании, Марокко, Западной Сахары.

В будущем Петру I пришлось столкнуться ещё с двумя полными солнечными затмениями: 3 (14) сентября 1708 года; 22 апреля (3 мая) 1715 года!

3 сентября 1708 года близ заводов на западном побережье Онеги пробежала «ночная» тень. Полная фаза кратковременного затмения могла наблюдаться на территориях современных Норвегии, Швеции, Финляндии, республики Карелия, Архангельской, Вологодской, Костромской, Нижегородской областей, Республик Башкортостан и Татарстан, Кировской и Самарской



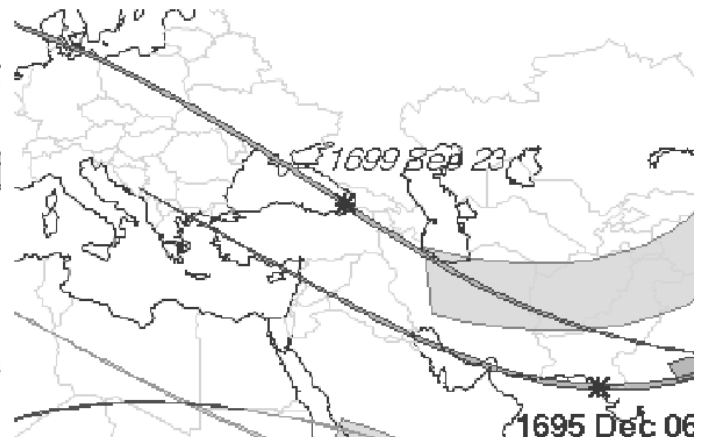
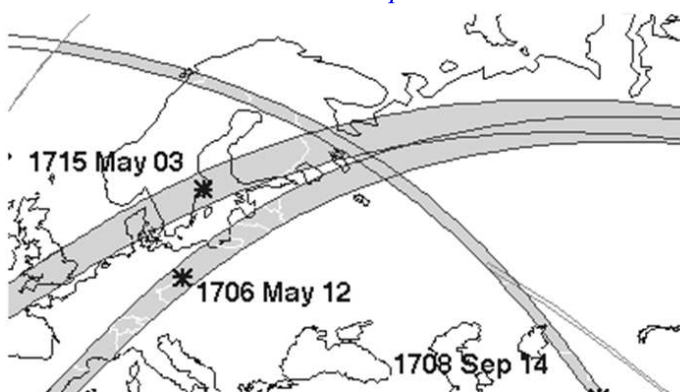
© Н. Добровольский

Император Пётр I (годы правления 1682-1725) был противником суеверий и сторонником получения и распространения достоверного, проверяемого научного знания. Именно по его указу в 1724 году была основана Академия наук в Санкт-Петербурге. В её составе заработала и астрономическая обсерватория, первоначально расположенная на верхних этажах здания Кунсткамеры.

областей, Республики Удмуртия и Марий Эл, Оренбургской области, Казахстана, Узбекистана, Таджикистана, Афганистана, Пакистана, Индии, Бирмы (Мьянмы), Таиланда, Лаоса, Камбоджи, Вьетнама.

22 апреля 1715 года заводы на реке Лососинке чуть не впали в ночь, люди чуть было не лишились света — полное солнечное затмение вновь посетило Олонецкую губернию и Петербургские земли. Также оно было видно на территориях современных Великобритании, Дании, Швеции, Финляндии, Архангельской области, Республики Коми, Западной и Центральной Сибири, Дальнего Востока.

Полосы видимости полных фаз солнечных затмений эпохи Петра I



Актинии и полярное сияние на Белом море



Хибиньы, Полigonальные озёра



**ЕГОР
НИКИФОРОВ**
г. Новороссийск

**ПРИРОДА
ПОД ПОЛОГОМ НОЧИ**

Егор Никифоров – фотограф, помимо прочего увлекающийся ночной анималистикой, т.е. фотографированием представителей животного мира в ночное время суток. На его удивительных ночных фотографиях – первозданная красота окружающей нас природы. Животные и растения в тишине оранжевых сумерек, вместе с россыпью звёзд Млечного Пути – нашей галактики, полярными сияниями, Для публикации на страничке газеты мы выбрали лишь два шедевра автора, которые сняты на русском севере. Намного больше снимков – на его персональной страничке ВКонтакте.

Страничка автора ВКонтакте:
https://vk.com/nikiforov_ev

ПОД СЕВЕРНЫМ НЕБОМ, №2 (63). Октябрь 2017 г.
Бесплатное издание для любителей астрономии
Главный редактор: А. О. Новичонок
Редколлегия: С. А. Плакса
Корректор: И. О. Новичонок
Обозреватель: А. А. Жорниченко
Дизайн и вёрстка: А. О. Новичонок
Для связи с нами: agaz@list.ru; <http://vk.com/astrogazeta>
При оформлении первой страницы использовано изображение с сайта <http://tophdimgs.com/>

