

Видел ли Ломоносов атмосферу Венеры?

А.Р.Нестеренко

Словами, вынесенными в эпиграф, начинается статья Михаила Васильевича Ломоносова, которую он посвятил наблюдениям транзита Венеры (прохождения планеты по видимому диску Солнца) в 1761 г. [1]. Я постараюсь тоже как можно короче рассказать об аналогичном событии наших лет, о подготовке к наблюдениям и повторению работы Ломоносова на телескопе того времени. Тогда, 250 лет назад, наш великий соотечественник открыл атмосферу Венеры — он увидел ее в моменты, в которые контур планеты касался края солнечного диска (таких моментов во время транзита четыре: два в самом начале, когда планета «вплывает» на диск, и два в конце, когда она его покидает). Мог ли Михаил Васильевич, используя современные ему телескопы, действительно заметить атмосферу этой планеты?

Сомнения и аргументы

Некоторые зарубежные ученые, в том числе наш американский друг Джей Пассачефф из Хопкинской обсерватории при Вильямс-колледже в штате Массачусетс (известный астроном и популяризатор науки, «солнечник», с которым мы проводили совместные наблюдения полного солнечного затмения в 2008 г.), не верят, что Ломоно-

Польза наблюдения светил небесных, а особливо тех перемен, кои редко бывают и великую пользу приносят, не нужно упоминать здесь пространно...

М.В.Ломоносов



Альфия Рашитовна Нестеренко, заведующая лабораторией атомной физики и спектроскопии и обсерваторией «Вега» физического факультета Новосибирского государственного университета, действительный член международной астрономической организации АСТРО. Область научных интересов — атомная и молекулярная спектроскопия, физика солнечной короны, наблюдение Луны и лунных вспышек, автоматизация оптических наблюдений.

сов мог видеть атмосферу Венеры. Вместе со своими коллегами Джоном Вестфаллом из американской Ассоциации лунных и планетных исследований, Паоло Танга из Обсерватории Лазурного Берега (Ницца, Франция) и др. он опубликовал несколько статей, в которых возможность наблюдения атмосферы Венеры в телескопы того времени ставится под сомнение и высказывается предположение, что Ломоносов видел некий оптический эффект [2–4].

К сожалению, в Европе принято считать, что открыли атмосферу Венеры известные астрономы XVIII в. англичанин В.Гершель и немец И.Шрётер. Оба они в конце века, через 30 лет после транзита Венеры в 1761 г., независимо друг от друга обратили внимание на то, что фаза планеты в форме полумесяца, подобного лунному, у острых концов имеет несколько иные пропорции, чем лунная, — «рога» чуть длиннее. Они объяснили это удлинением наличием у Венеры атмосферы. Данные наблюдения более просты, чем отслеживание так называемых касаний, или контактов, при прохождении планет по видимым дискам звезд. Но именно анализ преломления лучей на границе исследуемой планеты дает более достоверную и востребованную в наши дни информацию о том, есть у планеты атмосфера или нет, — таким образом сегодня ведутся поиски экзопланет (планет других звездных систем), которые в принципе можно приспособить для жизни. Как раз явления **рефракции** (преломления лучей) на краю Венеры при втором и третьем контактах, связанные с прохождением света через атмосферную оболочку, описывает Михаил Васильевич в своей статье. А вовсе не эффекты **дифракции** и **абберации**, сопутствующие наблюдениям с помощью оптики, о которых много и упорно говорят наши коллеги. Естественно, последние эффекты не могут служить ни доказательством, ни опровержением наличия атмосферы.

Действительно, светящийся тончайший волосок, окаймляющий Венеру, который заметен во время между первым и вторым, а также третьим и четвертым контактами с видимым краем диска Солнца, в телескопы той поры увидеть было крайне сложно, и я бы тоже согласилась, что это практически невозможно... Если бы не одно «но», касающееся личности нашего великого естествоиспытателя. Он имел огромный опыт наблюдения оттенков разных стекол в пламени стеклодувных печей. **Его глаза стали очень натренированными** за два года работы над образцами стекол для мозаики — за те два года, которые были отняты у науки и вызвали порицание некоторых его коллег. Поэтому он мог себе позволить кратковременное рассматривание Венеры на краю солнечного диска с использованием слабого фильтра. Хотя, как шутят астрономы, «на Солнце можно глядеть два раза. Один раз — правым глазом, другой раз — левым»... Никто сейчас не рассматривает Солнце без фильтров или в крайнем случае сильно подкопченных стекол. Михаил Васильевич указал, что заметил этот светящийся волосок атмосферы, «пупырь», в том месте, где и предполагал его увидеть. Но он использовал в своих наблюдениях «весьма не густо копченое стекло». В этом, скорее всего, и кроется успех наблюдения — **он рассматривал Венеру на диске Солнца практически напрямую, с самым небольшим ослабляющим фильтром.** О том, что ему удалось увидеть атмосферу Венеры, Ломоносов сообщил в известной статье «Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санкт-Петербургской Императорской академии наук мая 26 дня 1761 года» [1]. Там приведены не только наблюдения атмосферных

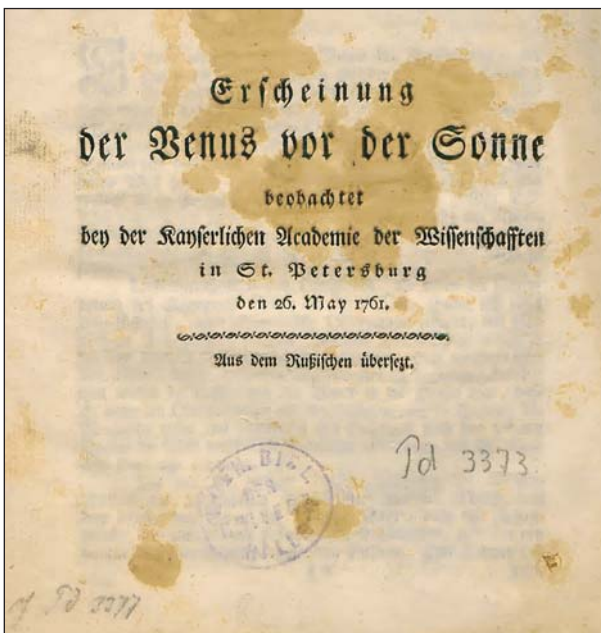
явлений, но и астрометрические наблюдения Красильникова («адъюнкта астрономии») и Курганова («математических и навигационных наук подмастера»), выполненные в обсерватории Императорской академии наук.

Статья вышла достаточно большим тиражом: 200 экземпляров в России на русском языке. И 200 экземпляров было выпущено на немецком языке*, который Михаил Васильевич хорошо знал.

Для нас факт наблюдения Ломоносовым атмосферы Венеры представляется достоверным. Но заставить наших зарубежных коллег отбросить свои сомнения можно было лишь одним способом — повторить опыт Ломоносова, используя аналогичные телескопы и экспериментальную методику, что я и предложила. Шанс сделать это выпал на 2012 г., когда взаимное положение Земли и Венеры в пространстве сложились таким образом, что можно было вновь изучать прохождения Венеры по диску Солнца.

Транзиты Венеры случаются парами, через восемь лет, с длительными промежутками между парами (в 105.5 или 121.5 года). Через такие интервалы времени планета оказывается на одной линии между Землей и Солнцем, и в течение приблизительно 6 ч можно видеть, как Венера закрывает собой часть светила. В XVIII в. транзиты пришлось на 1761 и 1769 гг., в нашем XXI в. — на 2004 и 2012 гг. (см. график транзитов [5]). Транзиты 2012

* Статью можно посмотреть на сайте по адресу <http://digitale.bibliothek.uni-halle.de/id/3908230> (наши многочисленные попытки получить подлинник статьи на русском языке в библиотечных и музейных фондах России не увенчались успехом).



Титульный лист статьи М.В.Ломоносова.

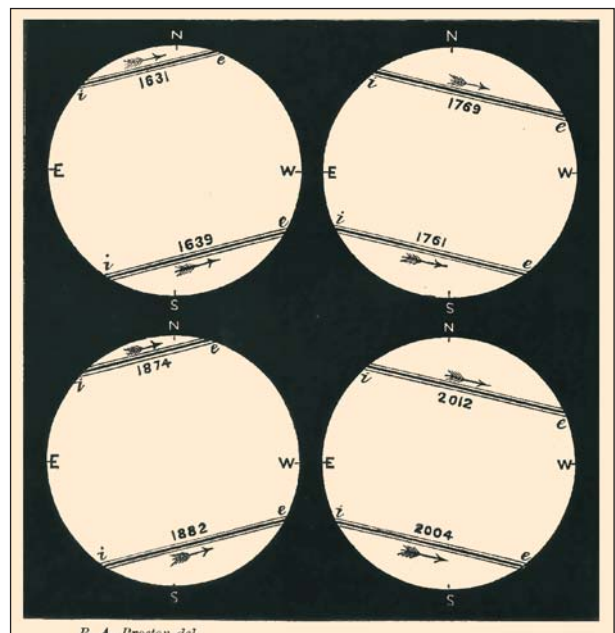


График транзитов — их пары начиная с 1761 г. [5].

и 1769 г. совпали и по времени года, и по траектории, которую проходила Венера на фоне диска Солнца. Дело было за подходящим телескопом.

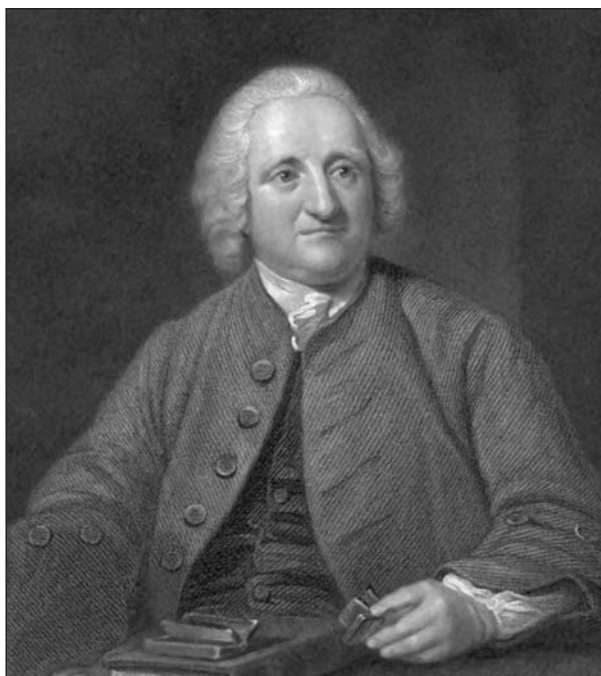
За помощью к музейщикам и антикварам

Насколько нам удалось выяснить, перед тем «явлением Венеры на Солнце» императрица Елизавета Петровна выделила значительные средства для покупки телескопов и другого необходимого оборудования. Более детальную информацию о телескопах обнаружил Юрий Петрунин (Компания по разработке телескопов, штат Колорадо, США). Были закуплены телескопы, изготовленные известными мастерами. В 1939 г. А.А.Немиро писал: «Наиболее многочисленной группой инструментов (музея Пулковской обсерватории. — А.Н.) являются приборы, заказанные для наблюдения прохождения Венеры по диску Солнца в 1761 и 1769 г. К этой группе относятся ахроматические трубы Доллонда (Dollond), рефлекторы работы Шорта (Short). Одной из таких труб Доллонда знаменитый Ломоносов сделал крупнейшее открытие — обнаружил существование атмосферы Венеры во время прохождения ее через диск Солнца в 1761 году» [6]. К несчастью, коллекция старинных телескопов была утрачена в годы Великой Отечественной войны, поэтому нам осталось работать лишь с документами. В списке инструментов музея, составленном А.Ф.Вагнером и О.А.Баклундом в 1884 г. и опубликованном в 1886 г., удалось обнаружить телескопы с параметрами, которые указывал сам Михаил Васильевич, упоминая «ахромат о двух линзах длиной 4.5 фута»: аналогичные телескопы значатся под номерами 10 и 13. По фокусному расстоянию подходили также номера 9 и 11, но они не проходили по апертуре — параметру телескопа, который дает предельно различимые детали изображения (разрешение). Толщина светящегося ободка атмосферы, взятая с гравюры №4 статьи Ломоносова, имеет размер около 3.9". Этот размер и был критичным для нас при поисках того самого ломоносовского телескопа и при выборе аппаратуры, которой нужно было бы пользоваться нам и коллегам, также решившим принять участие в реконструкции наблюдения нашего естествоиспытателя.

Мы остановили свое внимание на телескопе под номером 13, он имел ту длину трубы, которую назвал Михаил Васильевич. Правда, судя по записям, год его выпуска был 1770-й, что дает возраст на 9 лет «моложе» транзита. Однако этот телескоп был передан музею из города Вильно, в котором он оказался, скорее всего, после тех самых «массовых закупок» инструментов в 1761 г. — не так часто и в то время выделялись столь крупные суммы под научный инструмент, а в работах по транзиту участвовало более 150 человек из разных стран. Год выпуска мог быть указан неверно в свя-



Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765).



Джон Доллонд (1706—1761).

зи с тем, что в обсерватории Вильно в 1877 г. был пожар (почему вся коллекция и была возвращена в Пулково). Во время пожара могла произойти путаница, и год выпуска поставили «круглый» — 1770-й. Но даже если год производства телескопа указан верно, Доллонд выпускал «ахроматы о двух

линзах» длиной 4,5 фута практически одинаковыми. Параметры ахроматического телескопа Доллонда таковы: диаметр объектива 2,75 дюйма (70 мм), фокусное расстояние 4,5 фута (1372 мм).

Используя сегодня такой телескоп или телескоп той поры с менее выдающимися параметрами (увеличением, фокусным расстоянием), с оптикой, сделанной в те времена, и увидев атмосферу Венеры во время нашего транзита, мы могли бы четко сказать — Михаил Васильевич **был способен** увидеть атмосферу в свой «ахромат о двух линзах» с 4,5-футовой трубой. Конечно, это было очень сложной задачей, на грани возможностей человеческого зрения.

В поисках подходящего инструмента мы с письмом от АСТРО обратились к сотрудникам санкт-петербургской Кунсткамеры, но безрезультатно: у музейных работников не было полной уверенности в том, какие линзы прилагались к 4,5-фунтовой трубе, да и сохранились ли в музее линзы нужного нам времени. Оставалось только одно — купить подобные антикварные телескопы.

И мы, и наши соотечественники в Америке стали их подыскивать. У Петрунина уже были подобраны телескопы. Современные аппараты в принципе мало отличаются от телескопов той поры, качество оптики, конечно, несколько лучше, но может быть и хуже, особенно если сравнивать с рефракторами Доллонда. Правда, сегодня приборы



Старинный телескоп.

снабжены автоматизированными системами наведения. Но главное отличие состоит в том, что в телескопах времени Ломоносова использовался окуляр Гюйгенса (две линзы, в которые направлено изображение, построенное телескопом), поле зрения которого хуже, чем у окуляров, используемых в настоящее время. К тому же на линзы окуляра тогда не наносилось просветляющее покрытие, уменьшающее потерю света. Конечно, для корректного решения спора нужно было искать аутентичные телескопы, с такими же окулярами.

Искомый телескоп нам удалось приобрести в Англии. По параметрам он несколько хуже того прибора, который использовал Михаил Васильевич. Но для выяснения существа спора чем слабее телескоп, тем доказательнее были бы наши наблюдения, ведь тем сложнее увидеть этот тонкий светящийся ободок.

Подготовка к наблюдениям

Кроме основного дела по реконструкции наблюдений Ломоносова в преддверии транзита мы готовили проведение он-лайн трансляции этого редкого события в Интернете. Для проведения трансляций в нашей обсерватории и Центре информационных технологий НГУ есть все необходимое — телескопы и ПЗС-камеры. Это наше мероприятие было третьим по счету — после трансляций полного солнечного затмения в 2008 г. и полного лунного затмения в 2011 г. Подбиралось также оборудование для публичных наблюдений. Специально был куплен рефрактор Deep Sky с хорошим качеством оптики и автоматической системой наведения. Остальные переносные телескопы обсерватории также были подготовлены к работе. Большой телескоп-рефлектор использовать в данном случае для нас не представлялось возможным, так как нужно было изготавливать специальный фильтр, способный снизить интенсивность солнечного излучения до безопасного уровня (для небольших телескопов солнечные фильтры мы изготавливаем сами).

Полностью повторять экспедиции Императорской академии наук от 1761 г. мы не пытались. Измерять в 2012 г. параллакс и определять астрономическую единицу, основу для шкалы расстояний в Солнечной системе, было уже ни к чему, это сделали наши предки в том далеком 1761 году, хотя в принципе это было возможно, так как мы проводили наблюдения согласованно из разных точек земного шара. Перезванивались с нашими коллегами и друзьями из Специальной астрономической обсерватории РАН на Северном Кавказе и соотечественниками из Чикаго, с В.Шильцевым, директором Центра физики ускорителей в американской Лаборатории им.Э.Ферми, чтобы подстраховывать друг друга на случай плохой погоды и передавать изображение транзита.



Телескопы южной наблюдательной площадки и купол обсерватории «Вега» (справа).

Вели наблюдения на своих площадках и другие наши соотечественники — Александр Кукарин и уже упоминавшийся Юрий Петрунин, с которыми мы также поддерживали связь.

Мы организовали наблюдательные места для студентов и сотрудников Новосибирского государственного университета. Как правило, во время заметных астрономических событий у нас бывало до 300 посетителей. Во время транзита их оказалось не меньше, что для скромных возможностей нашей небольшой обсерватории стало серьезной проверкой на прочность (например, в Московском планетарии во время транзита-2012 приняли всего 1 тыс. человек).

Подготовку к каким-либо знаменательным наблюдениям мы обычно начинаем загодя — за год-полтора до события. А в этот раз нам пришлось не только готовить комплекс оборудования, но еще и серьезно поработать с архивными документами для выяснения типа и комплектности того телескопа, на котором мог наблюдать транзит Ломоносов [7—11]. Из отдела редких книг Ленинской библиотеки нам удалось получить только черно-белую копию с микрофильма со статьей Михаила Васильевича, а не факсимильную копию. Тем не менее, используя статью Ломоносова из собрания сочинений, немецкую статью, данные о его телескопах, консультируясь с коллегами и сотрудниками музеев, мы, как и наши коллеги, определились с параметрами телескопов той поры. Разо-



брались и с рисунками Михаила Васильевича, обсудили подробно, что именно он отразил на своих изображениях первого-второго и третьего-четвертого контактов Венеры с диском Солнца.

Вся эта деятельность заняла довольно много времени. Несколько месяцев длились обсуждения с Пассачеффом, его американскими и европейскими коллегами-астрофизиками с участием И.Н.Нестеренко, научного руководителя нашей обсерватории, который вносил в дискуссию четкие пояснения по существу используемой оптики и оптических явлений. Обсуждения жаркие, но не приведшие к согласию сторон. Насколько мы были уверены в том, что Михаил Васильевич мог увидеть это слабое свечение вокруг Венеры, правильно его истолковать и доказать в своих чертежах, что наблю-

даемое явление есть рефракция солнечных лучей в атмосфере Венеры, настолько же американские и европейские коллеги были уверены в обратном.

Поскольку наш антикварный телескоп оказался несколько слабее ломоносовского, нам было труднее готовиться к наблюдениям. Наши глаза не столь тренированы, и использовать «весьма не густо копченые стекла» я никому не советую. Поэтому и у нас были большие сомнения, что мы сможем увидеть тот знаменитый «пупырь» в наш старинный телескоп. В дни перед транзитом мы пытались натренировать глаза, рассматривая серпик Венеры в наш «новый старый» телескоп, и можем констатировать: наблюдать в подобные приборы очень и очень сложно. Я старалась вслед за Гершелем и Шрётером разглядеть удлинение серпика Венеры у острых концов — рогов.

«Рога» Венеры, видимые в современный телескоп ТАЛ 150К, который мы обычно используем для наблюдения Луны на убывающей фазе, по пропорциям были несколько длиннее по сравнению с правильной формой фаз «безатмосферной» Луны. За фазами Луны мы следим достаточно часто во время прохождения метеорных потоков — с тем, чтобы обнаружить вспышки на Луне. Параметры телескопа ТАЛ 150 следующие: диаметр входного зеркала 150 мм, фокусное расстояние 1575 мм.

Явление богини

Последние дни перед транзитом Венера выглядит как узкий «серпик», потому что освещенной и видимой для нашего глаза оказывается только малая часть (фаза) планеты, а не вся сфера, и чем ближе срок подходит ко времени транзита (в 2012 г. — 6 июня), тем тоньше и тоньше становился этот серпик. Расположение Венеры относительно Земли в эти дни становилось таковым, что мы могли видеть сначала этот уменьшающийся серпик, а затем само прохождение Венеры по диску Солнца: черный шарик планеты прокатился по верхней части диска Солнца. Транзит 2004 г. прохо-

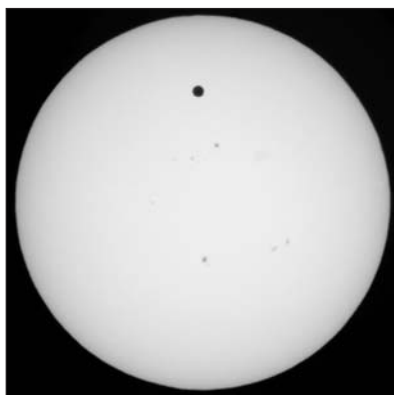
дил по нижней, южной части солнечного диска. Мы тоже пытались его наблюдать, но погода, к сожалению, была изменчивой, и хороших изображений нам получить не удалось.

А в 2012 г. наша сибирская погода не подвела и позволила нам провести хорошие наблюдения и трансляцию. За мониторами, камерами и телескопом следил Игорь Нестеренко, помогали ему Роман Белоусов, Аркадий Дробчик и Максим Нестеренко. Наша трансляция транзита была размещена на сайте вещания* (сжатая запись трансляции — видеоролик о транзите — размещен и в информационной ленте РИА «Новости», нашем давнем партнере по трансляциям), со временем сжатые записи транзита-2012 и затмений 2008 и 2011 гг. станут доступными на сайте нашей обсерватории**.

В ходе трансляции можно было видеть Солнце с пятнами активности: в то время на нем наблюдалось две группы пятен. По солнечному диску в течение 6 ч медленно «проползала» маленькая черная круглая «улитка» — Венера. Главные моменты транзита — это касания: первое — 05 ч 07 мин 10 с, второе — 05 ч 24 мин 48 с, третье — 11 ч 34 мин 32 с, четвертое — 11 ч 51 мин 52 с. Именно в эти моменты, когда Венера входит на диск Солнца и выходит с него, можно было пытаться увидеть тонкий волосок атмосферы.

Погода, немного пасмурная ночью, прояснилась, и розовое Солнце мы увидели ясным и чистым. Полная Луна тоже присутствовала на небосводе. Но все же ночная дымка немного мешала изображению края солнечного диска на экране — оно «бултыхалось» — это происходило и из-за турбулентности (изменения) атмосферы. При хорошем разрешении искажения очень заметны. При маленьком разрешении все более сглажено, и изображение кажется более четким.

По моим субъективным впечатлениям, Венера, сначала как бы запутавшаяся на краю солнечного диска, с трудом прорва-



Транзит Венеры — 2012: начало, середина и окончание.

* <http://translation.novo-sibirsk.ru>

** <http://vega.nsu.ru>

лась на диск. «Сражение» длилось более 5 мин — это было первым контактом с Солнцем. Вырвавшись, Венера, чуть постояла на краю — черным шариком — второй контакт. Конечно, скорость движения планеты по своей орбите постоянна и остановки быть не может, это только мое видение первого и второго контактов. Однако и в древности некоторые люди видели транзит так же, как я. Специалист по астроархеологии доктор исторических наук В.Е.Ларичев, находившийся в нашей обсерватории во время транзита, эту мнимую задержку пояснил с точки зрения древних верований словами: «Божество мечется на пороге царства мертвых». Вот из-за этого «сражения» Венеры на краю солнечного диска в начале транзита, из-за нестабильности атмосферы, мы ничего не смогли разглядеть над поверхностью планеты и во время второго контакта.

Далее Венера свободно прошла свой более чем пятисотчасовой путь по диску Солнца, и надежда оставалась на третий и четвертый контакты в конце транзита. Настроение у всех было приподнятым, Солнце в телескопах выглядело глубоким и ясным, и у меня легко сложились строчки в эпическом стиле:

*Венера, черной шалью укryвшись,
Поспешила пройти быстрее свой путь
Над Солнца глубиной.*

Есть!

К счастью, установившаяся после первых двух контактов хорошая погода продержалась до самого конца транзита. Облака стали пробегать по Солнцу именно тогда, когда Венера исчезла с солнечного диска.

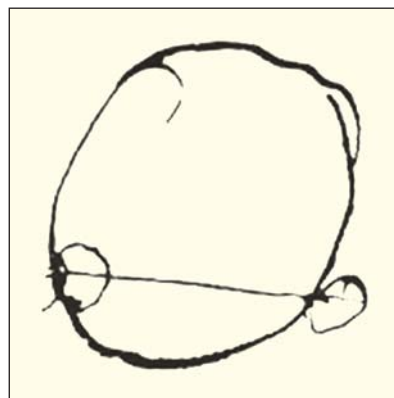
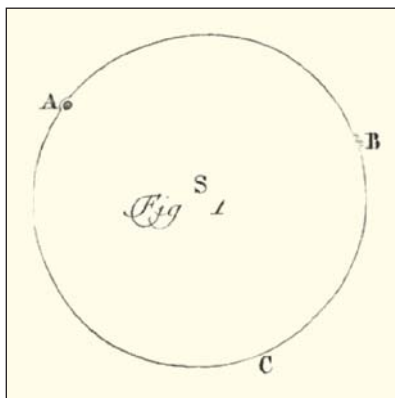
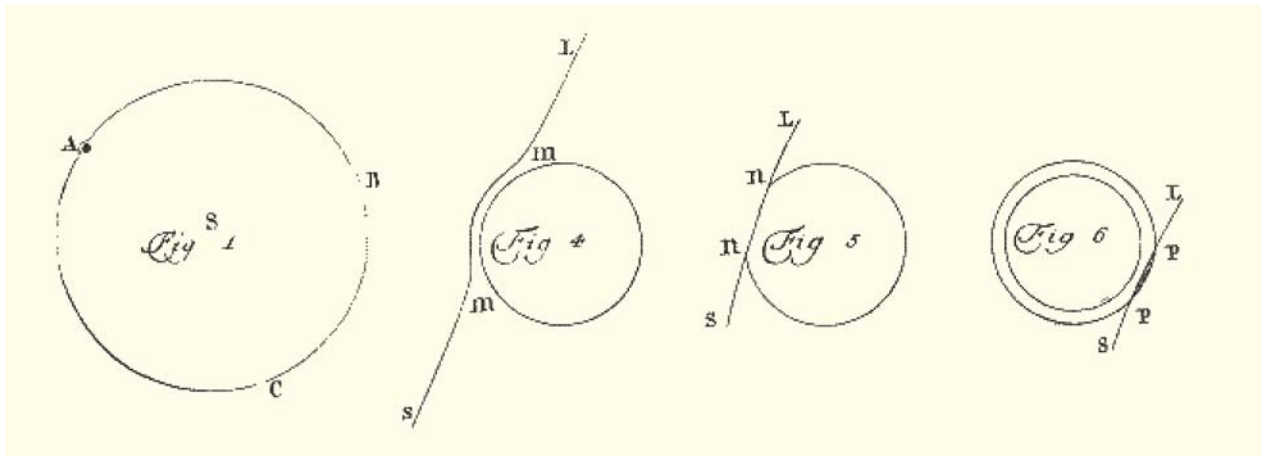
Удивительно, но такое при наших наблюдениях случалось часто. В 2006 г. частичное солнечное затмение мы наблюдали в просвете облаков, в 2008-м до полного солнечного затмения было облачно, и после затмения погода испортилась, да и лунное затмение мы также «вылавливали» из череды пасмурных ночей.

В этот раз сразу после ухода Венеры с диска Солнца тоже набежало множество тучек, затянув и Солнце, и экраны наших мониторов, до сей поры чистые, с четко различимыми изображениями. Нам повезло.

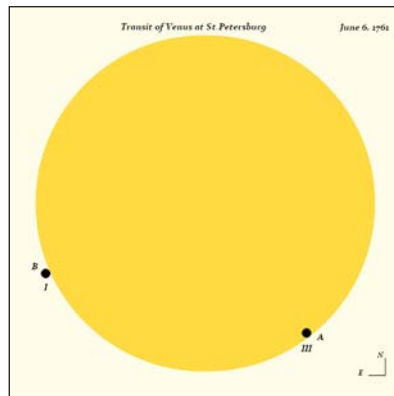
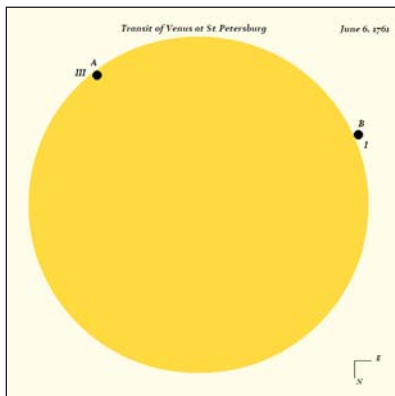
Третий и четвертый контакты Венеры с солнечным диском мы старались разглядеть как можно тщательнее. В разные телескопы. В современный ТАЛ 150К светящийся, более светлый ободок вокруг планеты во время третьего контакта был виден очень четко. На фоне огромного Солнца он казался сверкающим кольцом беловато-желто-мутного цвета. После наблюдений на ТАЛ 150К и Deep Sky я подошла рассматривать третий контакт в наш старый, антикварный телескоп, нацелив глаза сразу же на краешек Венеры, и... увидела

очень тоненький светящийся слой над Венерой! Различить это слабенькое, но заметное, отличное от цвета короны Солнца, свечение и в моем случае помог многолетний опыт разглядывания спектральных линий в кассетной части старых спектрометров и опыт изготовления спектральных ламп с использованием разных типов стекол и горелок на разных газовых смесях. Более 25 лет я занимаюсь атомной спектроскопией, и мне часто приходилось «вылавливать» очень слабенькие линии, такие, как, например, H_γ в спектре водорода. Это тоже требует определенного зрительного опыта, глаз должен распознавать самые тонкие слабоконтрастные оттенки цветов. В принципе выловить темно-фиолетовую H_γ в темной, черной кассетной части старого спектрографа, да еще и за короткое время, нужное для помощи неуспевающим студентам, — это все равно что найти черную кошку в темной комнате. С той разницей, что ты знаешь: эта черная кошка в кассетной части есть, раз есть недавно наполненная атомарная водородная лампа, и она излучает все четыре линии спектра. Нужно лишь изловчиться и поймать боковым зрением слабоконтрастное сверкание зеленых глаз этой кошки. К сожалению, многолетний опыт наблюдения слабоконтрастных объектов и работы с разными типами горелок в нашей группе был только у меня, и только мне удалось разглядеть разницу в оттенке цвета всего диска планеты и края диска Венеры с внешней стороны Солнца. Человеческий глаз устроен так, что различает именно контраст оттенков в некотором выбранном диапазоне длин волн.

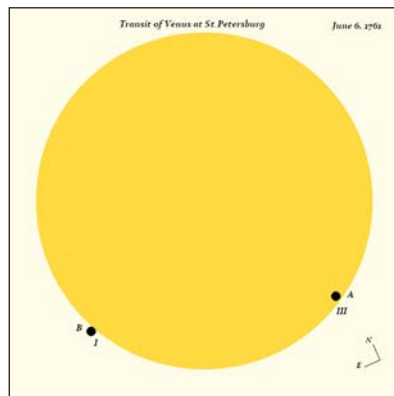
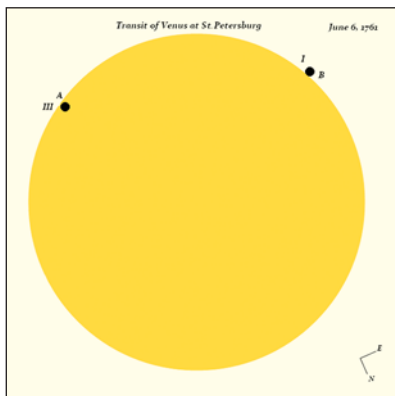
Вид и форма этого свечения напоминает то, что изображено на рисунках из статьи 1761 г. (с той разницей, что в 2012 г. транзит проходил по верхней, северной стороне солнечного диска). Начало третьего контакта. Солнце в окуляре огненно-оранжевое, Венера выглядит черным пятком на его краю. По краю всего Солнца его корона желто-бело-сверкающая, движущаяся, дышащая. Над этим черным пятком Венеры корона Солнца как бы обогнула и Венеру, укрыла ее, но цвет короны в этом месте изменился, став более прозрачным. Венера кажется «шишкой на теле Солнца», которая подняла «кожу»-корону над Солнцем. Это беловатое серебристое свечение над Венерой очень меня согрело и обрадовало! Увидела его и группа наших соотечественников в Америке, в аналогичные антикварные телескопы времен Ломоносова [12]. Наше общее дело получило достойную оценку — группа исследователей, в том числе и мы, были награждены в США дипломом и премией «Серебряный лучник», которая недавно учреждена в США (Попечительским советом Национальной премии в области развития общественных связей в номинации «Коммуникации в глобальном мире» — чтобы отмечать успехи в российско-американском сотрудничестве, в том числе в культурно-образовательной сфере).



Изображения транзита Венеры от 1761 г. Несколько гравюр по эскизу М.В.Ломоносова (из немецкого издания «Явление Венеры»): fig.1 дает общий вид характерного выпячивания, fig.4 показывает третий контакт (по схеме даже можно определить ширину ободка вокруг Венеры — 3.9"), fig.5 изображает положение Венеры между третьим и четвертым контактами, когда выпячивание из-за рефракции перестало быть видимым и планета оказалась без края, fig.6 объясняет, почему во время первого и четвертого контактов край Солнца стал нечеток, как бы ступшеван.



Касания тогда и сейчас. Вверху слева — тот же рисунок Ломоносова (fig.1), справа — набросок, сделанный им во время наблюдения транзита [1]. В середине — изображения, воспроизведенные программой The Sky 6, в экваториальной системе координат в соответствии с реальными размерами Солнца и Венеры: перевернутое изображение, которое дает астротруба (слева), и нормальное, прямое изображение, которое дает подзорная труба (справа). Как можно видеть, гравюра по эскизам Ломоносова сделана практически с фотографической точностью. Внизу — то же в азимутальной системе координат. Из картинок можно заключить: Ломоносов использовал и астротрубу (телескоп), и подзорную трубу, что было в характере этого великого естествоиспытателя — он подстраховывался и проверял свои наблюдения и опыты многократно, очень тщательно сверяя результаты всех наблюдений.



Теперь все сомнения в том, что Ломоносов действительно видел узенький ореол вокруг Венеры, рассеялись. Его объяснение, что этот светящийся волосок и есть атмосфера Венеры, и пояснение о ходе оптических лучей в результате преломления солнечных лучей на атмосфере Венеры — одно из его бесспорных открытий.

Вот как он описывает свои впечатления, отраженные на рисунке из его статьи, который мы можем сравнить с современной картинкой:

«...Ожидая вступления Венерина на Солнце... увидел наконец, что солнечный край чаемого вступления стал неясственен и несколько будто ступшеван, а прежде был весьма чист и везде равен... Вскоре оный пупырь потерялся, и Венера показалась вдруг без края; тт — отрезок, хотя весьма малый, однако явственный. Полное вырождение, или последнее прикосновение Венеры заднего края к Солнцу при самом выходе было также с некоторым отрывом и с неясностью солнечного края... При выступлении Венеры из Солнца, когда передний ее край стал приближаться к солнечному краю и был (как просто глазом видеть можно) около десятой доля Венерина диаметра, тогда появился на краю Солнца пупырь, который тем явственнее учинился, чем ближе Венера к выступлению приходила. LS значит край Солнца, тт — выпуклостое перед Венерою Солнце <...> планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного. Ибо, во-первых, перед самым вступлением Венеры на солнечную поверхность потеряние ясности в чистом солнечном крае В значит, как видится, вступление Венериной атмосферы в край сол-

Литература

1. Ломоносов М.В. Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санкт-Петербургской Императорской академии наук Майя 26 дня 1761 года. Выпущено Императорской академией наук в 1761 году; Полное собрание сочинений Михаила Васильевича Ломоносова с приобщением жизни сочинителя и с прибавлением многих его нигде еще не напечатанных творений. Ч.3. СПб., 1803. С.243—260; Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений Ломоносова. Т.4. М., 1955. С.361—376.
2. Sunlight refraction in the mesosphere of Venus during the transit on June 8th, 2004 // Icarus. 2012. V.218. P.207—219.
3. Pasachoff J.M., Sheehan W. Lomonosov, the discovery of Venus atmosphere, and eighteenth century transits of Venus // Journal of Astronomical History and Heritage. 2012. V.15. №1. P.3—14.
4. Schaefer B.E. The transit of Venus and the notorious black drop effect // Journal for the History of Astronomy. 2001. V.32. P.325—336.
5. Proctor R.A. Transits of Venus. Plate I. L., 1882.
6. Немиро А.А. Астрономический музей Пулковской обсерватории // Сто лет Пулковской обсерватории: Сб. ст. М.; Л., 1945. С.269—271.
7. Отчет директора НГАО за 1883/1884 гг. ПФАРАН. Ф.703. Оп.1 (до 1917 г.). Д.62.
8. Годовой отчет директора НГАО за 1884/1885 гг. ПФАРАН. Ф.703. Оп.1 (до 1917 г.). Д.63.
9. Акты об ущербе, причиненном за время войны и блокады Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР, 1944 г. Научный архив ГАО РАН. Ф.1. Оп.1. Д.76. Л.50-56, 58, 59.
10. Акт на временное поступление в Эрмитаж музейных предметов. АГЭ. Ф.1. Оп.5. Д.2659. Л.68.
11. Щеголев Д.Е. Астрономический музей // 150 лет Пулковской обсерватории. Л.: Наука. 1989. С.300-306.
12. Shiltsev V., Nesterenko J., Rosenfeld R. Replicating the discovery of Venus's atmosphere // Phys. Today. 2013. V.66. №2. P.64—65.



Диплом премии «Серебряный Лучник».

нечный. LS — край солнечный, PP — часть Венериной атмосферы. При выходе Венеры прикосновение ее переднего края произвело выпуклость. Сие не что иное показывает, как преломление лучей солнечных в Венериной атмосфере...» ■