



*"Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением  
и благоговением, чем чаще и продолжительней мы размышляем о них,  
- это звездное небо надо мной и моральный закон во мне"*

*И.Кант*



### СОДЕРЖАНИЕ

#### *Обращения к читателю*

Николай Николаевич САМУСЬ ..... [ОТ РЕДАКТОРА](#)

#### *Астрономия из первых рук*

Николай Николаевич САМУСЬ ..... [ЭРА КЛАССИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ФОТОГРАФИИ: ЧТО  
ОСТАЛОСЬ ПОТОМКАМ?](#)

Ростислав Феофанович ПОЛИЩУК ..... [ЧЕЛОВЕК КАК ЕСТЕСТВЕННОЕ ПОРОЖДЕНИЕ КОСМОСА](#)

Владимир Васильевич БУСАРЕВ ..... [ПЕРВЫЙ МЕЖЗВЕЗДНЫЙ АСТЕРОИД](#)

#### *Как добываются астрономические знания*

Михаил Юрьевич ШЕВЧЕНКО ..... [МАСШТАБЫ ЗВЕЗДНОГО МИРА](#)

Юрий Владимирович СОЛОМОНОВ ..... [КРУПНЕЙШИЕ РЕФРАКТОРЫ МИРА](#)

## *Астрономия и общество*

Сергей Юрьевич МАСЛИКОВ ..... [ЧТО ТАКОЕ ПЛАНЕТАРИЙ](#)

### *Для начинающих*

[АСТРОАНАГРАММЫ](#)

[БЕСЕДЫ НА ДЕТСКОЙ ПЛОЩАДКЕ](#)

### *Фантастика*

Кендалл Джостер Кросден ..... [Wolf 359](#)

### Ответы на Астроанаграммы

Поэзия     Александр Анатольевич СОЛОВЬЕВ

ПИФАГОРОВА МУЗЫКА СФЕР

ЗА МИНУТУ ДО «КОФЕ-БРЕЙКА»

ТЁМНАЯ ЭНЕРГИЯ

НА ПУЛКОВСКОМ ХОЛМЕ

ПУЛКОВСКИЕ СНЕГА

ЯНВАРСКИЙ ЛУЧИК

МОЕЙ МАЛОЙ ПЛАНЕТЕ

В АЛЛЕЯХ ПУЛКОВА

МИРОВАЯ БОЛЬ

ТЕОРЕТИК

ВЕТОЧКА

НА ЯЗЫКЕ ЛЮБВИ



## Обращение к читателю

### **ОТ РЕДАКТОРА**

*Николай САМУСЬ*

Предлагаемый вниманию читателя номер альманаха «Вселенная и Мы» вновь редактировал я, но во взаимодействии с С.А. Язевым, представившим некоторые материалы, и, как и в прошлый раз, с В.Л. Штаерман, которую мне от души хотелось бы поблагодарить за эффективную работу и постоянную заботу о судьбе альманаха.

Как и в прошлом номере, мы используем заставки-орнаменты работы астронома Натальи Павловны Кукаркиной (1925–2018). Наталья Павловна ушла из жизни 7 марта 2018 г., во время между двумя выпусками нашего альманаха. Мы всегда будем помнить этого замечательного человека.



Наталья Павловна Кукаркина



**ЭРА КЛАССИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ФОТОГРАФИИ: ЧТО ОСТАЛОСЬ  
ПОТОМКАМ?**

***Николай Николаевич САМУСЬ***

доктор физико-математических наук, профессор, Институт астрономии РАН и ГАИШ  
МГУ

Понятие «фотография» – избыточно широкое. Вообще говоря, использование современных ПЗС-приемников – тоже фотография. Но я буду говорить только о классических методах аналоговой фотографии с использованием специальных эмульсий и химических процессов. Рассказать в этой же статье о ПЗС-приемниках я не смогу, слишком широкой оказалась бы тема. Я намерен уделить основное внимание получению прямых фотографий звездного неба с использованием телескопов. Аналоговая фотография широко применялась также для получения изображений спектров астрономических объектов.

**Фотография и астрономия**

В 1830-е годы была создана первая практически применимая технология фотографии – дагеротипия. Официальной датой создания фотографической технологии считается 7 января 1839 года – день доклада Франсуа Араго о дагеротипии во Французской академии наук. В том же 1839 году два астронома, Дж. Гершель (Англия) и И. фон Медлер (Германия), независимо предложили термин «фотография» («светопись» по-гречески).

Гершель и фон Медлер, очевидно, правильно почувствовали перспективность новой технологии для астрономии. Уже в марте 1840 г. американский химик, философ и историк науки Джон Дрейпер сделал первый фотографический снимок Луны. Его сын Генри Дрейпер (в честь которого назван знаменитый каталог спектральных классов звезд, HD) получил фотографии спектра Веги (1872), прохождения Венеры по диску Солнца (1874), Туманности Ориона (1880).

До середины 1880-х годов астрономическая фотография использовала сначала дагеротипию, а затем так называемую мокрую коллоидную технологию, когда пластинку поливали коллоидной эмульсией и экспонировали еще до высыхания. Мокрым коллоидным способом пытались фотографировать звездное небо. Небольшое количество таких фотографий можно увидеть в архиве Гарвардской обсерватории (США). Среди пионеров коллоидной астрономической фотографии был и известный российский астроном и астрофизик Аристарх Аполлонович Белопольский (1854 – 1934). Белопольского все знают как пулковского астронома, но начал свою научную карьеру он в Москве, на Пресненской обсерватории, а в Пулково переехал в 1888 г. Именно на Пресне он в 1883 г. пробовал фотографировать звездное небо на мокрые коллоидные эмульсии. Эти пластинки сохранились, но их качество очень низкое, и применить их для каких-либо научных исследований не удастся. Хранятся они в музее истории ГАИШ на Пресне. У этих пластинок явно низкая чувствительность в некоторых диапазонах спектра, а при высыхании эмульсия «садится», подобно усадке некоторых тканей, и хорошо измерить координаты по этим снимкам нельзя.



Рис. 1. А.А. Белопольский.

Ну, а затем наступила эра современных фотоматериалов. К концу 1870-х гг. была изобретена и усовершенствована сухая бромжелатиновая эмульсия. Чувствительной к свету эмульсией на желатиновой основе поливали стекло, высушивали и получали фотопластинки. Поливали пленочную основу – получали фотопленку. Поливали бумагу – получалась фотобумага. Астрономы чаще всего пользовались фотопластинками (заметно реже – фотопленками) и работали с негативным изображением. Фотобумагу применяли, чтобы сделать позитивные отпечатки, чаще всего для научно-популярных книг.

Заметим также, что, хотя эксперименты по цветной фотографии начались еще в XIX веке, а во второй половине XX века цветная фотография широко распространилась в быту, в журналистике, в полиграфии, астрономическая цветная фотография в аналоговую эру применялась преимущественно для создания красивых иллюстраций. Современные замечательные цветные фотографические снимки (скажем, широко известные изображения, полученные Космическим телескопом им. Э. Хаббла) – в общем-то продукт ПЗС-эпохи.

### **Крупные фототеки**

Какова же история создания крупных собраний фотографических изображений звездного неба (фототек)? (Заметим, что мы принципиально избегаем столь любимого на некоторых обсерваториях слова «стеклотека», искусственно объединяющего русский и греческий корни.)

В середине 1880-х годов директор Гарвардской обсерватории Генри Пикеринг инициировал систематическое фотографирование звездного неба на телескопах этой обсерватории, установленных как в северном, так и в южном полушариях. Коллекция пополнялась до 1989 года, с перерывом в 1953–1968 гг. Так была создана крупнейшая в мире Гарвардская фототека, в ней хранится около 500000 негативов. На лучших пластинках видны звезды до 18-й звездной величины. Если звезда ярче 15-й величины, то, скорее всего, для нее в Гарвардской фототеке найдутся сотни, а то и тысячи снимков.

Вторая по богатству коллекция прямых (то есть не спектральных) снимков звездного неба была создана в Зоннебергской обсерватории (Германия, Тюрингия). В ней собрано около 300000 негативов, в основном прямых, хотя есть и спектральные (с так называемой объективной призмой, то

есть призмой, установленной перед объективом телескопа). Основал обсерваторию (в 1925 г.) и ее фототеку известный немецкий исследователь переменных звезд Куно Хофмайстер. После объединения Германии в 1990-е годы обсерватория была, в сущности, закрыта, но коллекция астронегативов сохранилась и используется, о чем будет рассказано ниже.

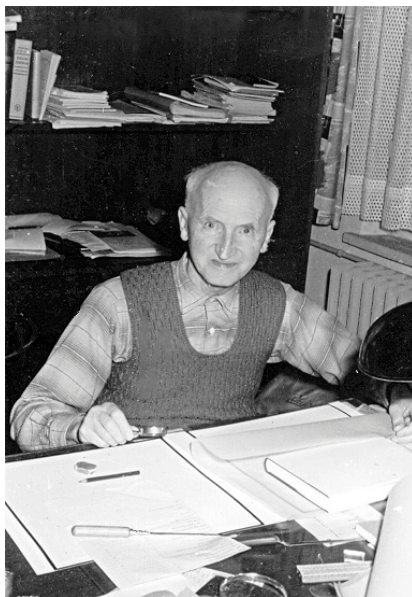


Рис. 2. Куно Хофмайстер (1892–1968).

На территории бывшего Советского Союза крупнейшей коллекцией фотографий звездного неба, по-видимому, является фототека Одесской обсерватории (Украина). Ее составляют 104000 негативов.



Рис. 3. Семикамерный астрограф Одесской обсерватории в с. Маяки. На этом астрографе получена значительная часть Одесской фототеки.

Спустя более чем два десятилетия после упомянутых выше экспериментов А.А. Белопольского с мокрой коллоидной эмульсией была основана современная московская фототека. Ее начало положил в 1895 г. Сергей Николаевич Блажко (1870–1956), тогда молодой ученый, а впоследствии – профессор МГУ, член-корреспондент АН СССР. Первый пресненский астрограф (так называют телескопы, на которых получают прямые снимки неба) имел диаметр объектива всего 10 см и фокусное расстояние 64 см. На пластинках формата 24×30 см получалось

изображение участка звездного неба форматом  $20^{\circ} \times 28^{\circ}$ ; впрочем, качественным оно было только в центральных частях пластинки, а по краям заметны весьма сильные искажения (абберации). На этих снимках видны звезды до 13–14-й звездной величины. Интересно, что С.Н. Блажко тревожился, будут ли негативы хорошо храниться долгие годы. Чтобы обеспечить лучшую сохранность, был придуман специальный способ химической обработки готовых снимков – дублирование. Известно, что дублирование применялось не ко всем пластинкам, а выборочно. Списки пластинок, подвергшихся дублированию, не сохранились, и никакой разницы в сохранности негативов пока не заметно.



Рис. 4. С.Н. Блажко.

Впоследствии, до 2005 года, фотографирование неба проводилось на разных телескопах Московской обсерватории и Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга (ГАИШ МГУ). Общее число негативов в коллекции оценивается в 50–60 тысяч (это именно оценка, поскольку негативы хранятся в разных отделах института, а для некоторых частей коллекции не сохранились даже полные описи).

С хранением пластинок, описями и использованием негативов все обстоит хорошо для основной части московской коллекции. Это 22300 прямых снимков звездного неба, полученных с 40-сантиметровым астрографом, телескопом интересной судьбы. Уже упоминавшийся Куно Хофмайстер в 1930-е годы заказал для исследований переменных звезд на Зоннебергской обсерватории главный инструмент – астрограф с диаметром многолинзового объектива 40 см и фокусным расстоянием 160 см. В конце войны Зоннеберг был занят армией США, но по достигнутому затем соглашению вся Тюрингия была включена в советскую зону оккупации, а западным союзникам был передан Западный Берлин. В 1945 г. Борис Васильевич Кукаркин (1909–1977), в то время капитан Красной Армии, отвечал за подбор астрономического оборудования для включения в состав военных репараций и включил в свой список зоннебергский 40-см астрограф.



Рис. 5. Б.В. Кукаркин.

Уже в 1948 г. астрограф был установлен в сильно пострадавшей в войну Симеизской обсерватории. Вскоре его перевезли в Кучино под Москвой, где находится одна из обсерваторий ГАИШ. В середине 1950-х гг. ГАИШ основал свою Крымскую станцию в поселке Научный, рядом со строящейся на новом месте Крымской астрофизической обсерваторией, и 40-см астрограф стал первым инструментом Крымской станции ГАИШ. Пластинки этого астрографа имеют формат  $30 \times 30$  см, что на небе соответствует полю  $10^\circ \times 10^\circ$ . Предельная звездная величина основной части снимков, полученных с астрографом, составляет около 17.5. Речь идет о фотографических звездных величинах; многолинзовый объектив в сочетании с производившимися главным образом в ГДР пластинками давали (без дополнительных фильтров) кривую реакции, очень близкую к полосе *B* знаменитой системы *UBV* Джонсона. К сожалению, и у этого телескопа довольно велики искажения в углах пластинок (абберация комы), хотя, конечно, они намного меньше, чем у старых пресненских пластинок.



Рис. 6. Крымская станция ГАИШ. На переднем плане середины снимка – башня 40-см астрографа.

Хофмайстер не захотел оставить Зоннебергскую обсерваторию без хорошего астрографа и вскоре заменил вывезенный по репарациям телескоп двумя другими, с похожими характеристиками. У обоих диаметр объектива 40 см, но фокусное расстояние одного астрографа – все те же 160 см, а у другого – 200 см. Качество послевоенных многолинзовых объективов лучше, чем у первого зоннебергского (теперешнего крымского) большого астрографа, абберация комы менее заметна.



Помимо крупных астрографов, в Зоннеберге работала многокамерная установка, на которой 14 короткофокусных камер одновременно фотографировали несколько площадок в синих и желтых лучах. Именно на этой установке была получена большая часть огромной зоннебергской коллекции астрофотографий. В отличие от одесского семикамерного астрографа (рис. 3), зоннебергские 14 камер имели почти идентичные характеристики.

После объединения Германии власти ФРГ обратили внимание, что в Тюрингии две крупных обсерватории – в Таутенбурге и в Зоннеберге. Таутенбургская обсерватория обладала крупнейшим в мире телескопом Шмидта, с диаметром зеркала 2 м и диаметром коррекционной пластины 134 см. Руководство страны посчитало, что на территории одной федеральной земли достаточно одной обсерватории, и, несмотря на протесты астрономической общественности, решило обсерваторию в Зоннеберге закрыть. Это произошло в 1994 г., но уже через год группа энтузиастов смогла добиться местного финансирования и продолжить работу обсерватории. Через десять лет городские и районные власти не смогли продолжить финансирование, и обсерватория перешла в собственность коммерческой фирмы 4pi Systeme GmbH, основанной сотрудниками обсерватории и, помимо коммерческой деятельности, занимающейся, в частности, сканированием фототеки (см. ниже) и даже получением новых снимков неба.

Разумеется, помимо крупных фототек, существуют коллекции на других обсерваториях, где имеются снимки звездного неба. Так, в Специальной астрофизической обсерватории РАН получали фотографии звездного неба в прямом фокусе 6-м телескопа. Хотя в фототеках крупных телескопов обычно хранится сравнительно немного снимков, они очень важны для науки. Аналоговые фотографии звездного неба на крупных наземных телескопах позволяют увидеть и измерить изображения звезд примерно до 23-й – 24-й звездной величины. Используя ПЗС-снимки, можно пойти на несколько величин глубже. И самое главное – измерение блеска звезд по аналоговым фотографиям ограничено точностью на уровне около одной десятой звездной величины (может быть, чуть-чуть лучше). ПЗС-технологии позволяют достаточно легко достичь при наземных наблюдениях точности около двух сотых звездной величины. При наблюдениях из космоса, а также при использовании специальных методов обработки и усреднения рекордным сейчас является обнаружение изменения блеска на одну десятитысячную звездной величины. Такая точность измерений делает бессмысленным термин «переменная звезда» (если не ввести в определение переменной звезды ограничение по амплитуде переменности): блеск меняют все звезды.

По существующим оценкам, всего на обсерваториях мира хранится около 2 миллионов аналоговых астрономических фотографий на пластинках и пленках.

Чтобы использовать фотографии звездного неба в научных целях, надо каким-то образом извлечь содержащуюся в них информацию – в сущности, перевести ее в цифровую форму. Для исследования переменных звезд по прямым снимкам самый простой подход – глазомерная оценка блеска, запечатленного на пластинках. Для этого используются приемы, разработанные, начиная с 19-го века, для оценки блеска звезд, рассматриваемых глазом в телескоп. Самые известные из них – метод Аргеландера, метод Пикеринга, метод Нейланда–Блажко. Существуют и современные модификации этих приемов (один из них придумал, например, сотрудник ГАИШ В.П. Горанский). Все приемы предполагают использование звезд сравнения – объектов предположительно постоянного блеска, с которыми сравнивают изучаемую звезду. Я не буду здесь описывать эту несколько устаревшую технологию (о ней можно прочитать во многих научно-популярных книгах), хотя она и сейчас позволяет быстро и достаточно точно получить оценки блеска. В опубликованной в 2017 году в ведущем мировом издании, журнале “The Astrophysical Journal”, статье об изменениях блеска загадочной переменной звезды КIC 8462852, известной также как звезда Бояджян (она заслуживает отдельного рассказа в нашем журнале), поведение объекта в течение XX века изучалось

как по автоматической фотометрии на основе сканов Зоннебергской фототеки, так и на основе глазомерных оценок блеска по изображениям тех же сканов и по «живым» пластинкам других фототек. Среди тех, кто выполнял оценки – я и мои коллеги из России (Е.Н. Пастухова) и других стран (Эстония, Беларусь). Очередной раз было подтверждено, что точность глазомерных оценок не уступает точности других методов работы с астрономическими фотопластинками, а ошибка оказывается в пределах 0.1 звездной величины.

До перехода к оцифровке фототек (см. ниже) при работе с архивами прямых и спектральных снимках использовались микрофотометры разнообразных конструкций. Для определения блеска переменных звезд в фототеке ГАИШ широко применялся ирисовый микрофотометр. В результате блеск определялся более объективно, но нельзя сказать, что более точно, а затраты времени во много раз превосходили те, с которыми сталкивались исследователи при глазомерных оценках блеска.

О применявшихся в «аналоговые времена» приборах и методах более подробно можно узнать из статьи П.Н. Холопова «Фотографическая фотометрия переменных звезд» на страницах 91–116 в томе «Методы исследования переменных звезд» (1971) пятитомной коллективной монографии «Нестационарные звезды и методы их исследования», опубликованной издательством «Наука».

### **Аналоговая фотография: переход к цифровым технологиям**

На рубеже XX и XXI веков астрономы задумались о дальнейшей судьбе аналоговых фототек. Мы видели, что уже С.Н. Блажко сомневался, сохранится ли изображение на фотопластинках долгие годы без специальной обработки. По счастью, сильного ухудшения качества астрономических фотоснимков пока не замечено. Речь не идет, конечно, о случаях порчи изображений из-за несоблюдения технологии проявления, фиксирования и промывания фотопластинок. Такие случаи были. У всех на слуху выражение «пожелтевшая старая фотография». Если фотография желтеет, значит, ее плохо зафиксировали и плохо промыли. Иногда приходится проводить эти процедуры повторно, чтобы остановить старение.

В некоторых коллекциях отмечены особые случаи порчи астрофотографий. Б.В. Кукаркин рассказывал, что в 1950-е годы он заметил в небольших фототеках китайских обсерваторий появление на пластинках непрозрачных золотых пятен. Вероятно, речь идет о производственном браке, впрочем, нехарактерном для крупнейших производителей фотографических эмульсий для астрономии – фирм Kodak, Agfa, ORWO. В небольшой (около 9000 негативов) обсерватории им. Марии Митчелл (США, штат Массачусетс, остров Нантакет) были обнаружены случаи, когда с фотопластинок фирмы Kodak производства 1980-х гг. эмульсия совершенно неожиданно осыпалась клочьями. Это тоже, вероятно, следствие нарушения технологии. Поскольку обсерватория на острове Нантакет снабжалась теми же фотоэмульсиями, что и Гарвардская обсерватория, этой неприятной проблемы можно ожидать и в крупнейшей фототеке мира.

В Гарвардской обсерватории 18 января 2016 г. случилось чрезвычайное происшествие, рельефно продемонстрировавшее уязвимость больших фототек. Точно под хранилищем астрономических фотопластинок произошел прорыв водопроводной трубы высокого давления. Под водой оказались несколько ярусов стеллажей с фотопластинками. Тысячам астрофотографий грозила гибель. Следует отметить, что американские службы реагирования на чрезвычайные ситуации проявили исключительную эффективность. После ликвидации потопа намочившие пластинки были заморожены, затем с них были удалены бумажные конверты. Наконец, пластинки разморозили и высушили. Ни одна пластинка не погибла. Не надо обольщаться: такие ЧП возможны и в будущем, и нельзя гарантировать столь же благоприятного исхода. А если бы в трубе вода была горячей, эмульсия с пластинок, вместе с изображениями звезд, оказалась бы попросту смытой.

Впрочем, необходимость оцифровки коллекции была осознана в Гарвардской обсерватории задолго до аварии. Уже в 2005 году был введен в эксплуатацию специализированный прибор, по сути осуществляющий перефотографирование пластинок на современные цифровые приемники. Его работа обеспечивает высокую точность звездных величин и координат на цифровых изображениях. На момент написания этой статьи (март 2018 г.) уже оцифровано около 234000 гарвардских пластинок. Но ко дню аварии ни одна из пострадавших пластинок оцифрована не была!



Рис. 7. Один из создателей прибора для оцифровки Гарвардской фототеки Р. Симкоу у сканера. Апрель 2009 г. Фото автора.

Другие фототеки менее богаты, чем гарвардская, и пошли по пути использования коммерческих сканеров, позволяющих работать с прозрачными материалами (как правило, сканеры используют отраженный свет, но существуют специальные насадки для работы на просвет). Если сканер обеспечивает разрешение порядка 2000 точек на дюйм или лучше, на сканах видны зерна фотографической эмульсии, и потери в предельной звездной величине не происходит. На некоторых обсерваториях (мне известно о Киевской обсерватории, Звенигородской обсерватории ИНАСАН) разрешение при сканировании было хуже, что не имело значения для конкретных научных задач, ради которых проводилось фотографирование неба на этих обсерваториях. На обсерватории им. Марии Митчелл сканирование коллекции с разрешением 2500 точек на дюйм было завершено в 2002 г., по-видимому, раньше всех других фототек.

В 2006 г. было начато сканирование фототеки ГАИШ МГУ. По случаю 250-летия МГУ (2005 г.) оказалось возможным приобретение немецкого оборудования по связанному кредиту, предоставленному Германией. ГАИШ приобрел два очень дорогих сканера CREO EverSmart Supreme, позволявших сканировать пластинки с разрешением 2500 точек на дюйм. Когда сканеры установили в ГАИШ и появились представители фирмы-изготовителя, чтобы поставить сканеры на гарантийное обслуживание, оказалось, что по странной прихоти глобализации «германская» фирма-изготовитель находится в Израиле. Оцифровка фототеки успешно стартовала. К сожалению, вскоре

после того, как гарантийный срок истек, на обоих сканерах вышли из строя небольшие электронные блоки интерфейса, починить или заменить которые не удалось.

Болгарский астроном Милчо Цветков, координировавший фототеки во всемирном масштабе, посоветовал нам заменить оборудование на намного более дешевый, но надежный, сканер. С 2013 г. мы продолжаем сканирование с принципиально более низким разрешением (2400 точек на дюйм), используя сканер Epson Expression 11000XL. Руководит работой ученый секретарь ГАИШ С.В. Антипин, в работе участвуют астрономы ГАИШ и Института астрономии РАН.



Рис. 8. Сканер Epson Expression 11000XL в ГАИШ.

Как сканеры CREO EverSmart Supreme, так и сканер Epson Expression 11000XL имеют подвижные сканирующие элементы, движение которых недостаточно равномерно, отягощено периодическими ошибками. В результате сканы не очень подходят для определения координат звезд. В отделе астрометрии ГАИШ сейчас работают над методикой, которая все-таки позволит определять достаточно точные положения звезд по нашим сканам.

### **Открытия переменных звезд по сканам московской фототеки**

Особенности финансирования науки в России не позволяют бросить все силы на сканирование, а уже затем, после его завершения, думать о научных задачах, для решения которых пригодятся сканы. Научный сотрудник просто обязан писать и публиковать статьи. Да и обидно накапливать сканы и ничего с ними не делать «до лучших времен». Мы решили сканировать подряд пластинки одной области неба, затем находить по сканам и исследовать новые переменные звезды, публиковать результаты и только потом переходить к следующей площадке. Программное обеспечение, которым мы при этом пользуемся, создали молодые московские астрономы К.В. Соколовский и А.А. Лебедев. (Оно учитывает, что, в отличие от ПЗС-фотометрии, фотографическая фотометрия характеризуется нелинейной зависимостью почернения от потока упавшего на пластинку света, и эта нелинейность должна быть принята во внимание при обработке.) К марту 2018 г. работа завершена для трех полей 40-см астрографа.

Для переменных звезд, открываемых по сканам, введена специальная система предварительных обозначений – серия MDV (аббревиатура слов “Moscow Digital Variable” –

«Московская цифровая переменная»). На сегодняшний день уже присвоены обозначения MDV1 – MDV870. Впрочем, 511 MDV-звезд уже получили и постоянные обозначения в системе Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ). Затменные MDV-звезды показывают несколько необычное распределение по периодам, сдвинутое в сторону наиболее коротких периодов по сравнению с ОКПЗ. Неожиданно много среди MDV-переменных также оказалось пульсирующих звезд типа  $\delta$  Щита со сравнительно большими амплитудами переменности (так называемых HADS-звезд). Эти эффекты, вероятно, связаны с тем, что в прошлом астрономам было трудно находить периоды переменности для звезд с быстрыми изменениями блеска.

В последнем из изученных полей, в поле в созвездии Геркулеса, мы провели совместно с командой теоретиков из Чили и США (К. Пичара, И. Бекер), эксперимент по сравнению результатов классификации новых переменных звезд, выполненной нами традиционными методами (на основе изучения кривой блеска экспертом-астрономом, с привлечением информации о цвете звезды), с результатами автоматической классификации кривой блеска при помощи самообучающегося алгоритма. Обучение алгоритма проводилось по нашей же опубликованной ранее классификации в двух других полях. В целом результаты обнадеживают. Очень хотелось бы, чтобы в будущем автоматическая классификация позволяла быстро анализировать новые открытия переменных звезд. Нас огорчило, что автоматическая классификация не смогла разобраться с эффектной переменной типа RV Тельца, обнаруженной в этом поле. Дело, однако, в том, что такие переменные встречаются нечасто, в двух первых полях их не было, так что алгоритм к ним оказался не готов.

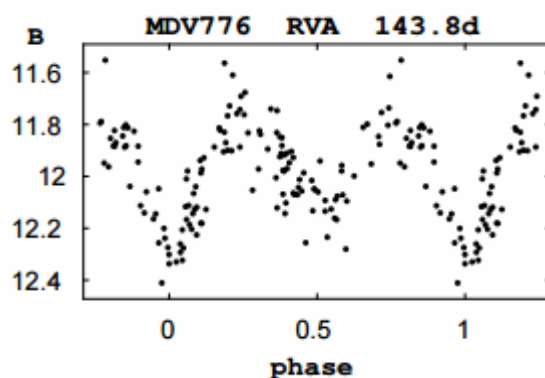


Рис. 9. Кривая блеска переменной звезды типа RV Тельца, открытой по московской программе сканирования в поле в созвездии Геркулеса.

Алгоритмы поиска переменных звезд по сканам настроены так, чтобы не реагировать на всевозможные дефекты фотографической эмульсии. Если такой настройки не сделать, будет выявляться много фиктивных переменных «звезд». Но стабильность работы оплачивается трудностями обнаружения реальных транзиентных явлений, скажем, Новых и карликовых новых звезд. Их не было ни одной среди первых 870 MDV-объектов. И вот в марте 2018 г. произошло долгожданное событие – открытие первой карликовой новой звезды по сканам московской фототеки, в поле в созвездии Лебедя. Алгоритм удачно «обмануло» то, что карликовая новая вспыхнула совсем рядом со сравнительно яркой соседкой. Так что вроде бы объект на этом месте есть всегда. На самом деле в минимуме блеска новой переменной не видно не только на снимках 40-см астрографа, но и на снимках Паломарского обзора неба, с предельной величиной уже не 17.5, а около 21-й. Звезда вспыхнула, поярчав не менее чем на 5 звездных величин. Она хорошо видна на десятке пластинок, все они получены в течение примерно 10 суток подряд. Это, безусловно, Новая или карликовая новая, но некоторые особенности кривой блеска позволяют полагать, что речь все-таки идет о карликовой новой с чрезвычайно редкими вспышками.



## **ЧЕЛОВЕК КАК ЕСТЕСТВЕННОЕ ПОРОЖДЕНИЕ КОСМОСА**

**Ростислав Феофанович Полищук**

доктор физико-математических наук,

Астрокосмический центр Физического института РАН

Появление человека – предельно редкое, но структурно устойчивое явление в эволюции Вселенной. Его разум – дополнительное средство естественной адаптации его как части биосферы к динамике окружения: при эволюции выживает то, что может выжить. Реальная и наиболее вероятная динамика эволюции любой физической системы возникает как результат суммирования всех её виртуальных эволюций. Представьте себе, например, что вы суммируете все пути, соединяющие фиксированную пару точек. Результатом их взаимной компенсации станет соединяющий их отрезок прямой линии. Но актуальной бесконечности в природе нет [1], и в процессе наложения виртуальных эволюций реально возникает естественное приближение к наиболее экономной эволюции, дающей в предельном случае кривых линий, соединяющих две фиксированные конечные точки, отрезок прямой.

Мир управляется исключительно естественными законами физики. Физика в широком смысле слова (physis – природа) есть вообще всё и то, как это всё естественно устроено (например, психология – это природа, физика эмоций, социология – физика социума как часть этнополитической динамики). Физическая система может эволюционировать с многочисленными бифуркациями: в мире детерминированы прежде всего вероятности.

В физике есть задача Коши: задание данных Коши (параметров системы в определённый момент времени и их ростков во времени) через принцип экстремума действия как интеграла по пространству от плотности лагранжиана системы полностью определяет всю прошлую и будущую эволюцию этой системы. В этом случае полной предуготовленности эволюции типа лапласовского детерминизма нет свободы и ответственности, а есть мир как мёртвая механическая машина. На самом деле бифуркации превращают мир в океан ветвящихся возможностей. Даже любая физическая система в состоянии неустойчивого равновесия может качнуться в разные стороны в зависимости от самого малого её возмущения. Мы живём в вероятностном мире и можем как-то влиять прежде всего только на изменение вероятности наступления того или иного события, далеко не всегда равной единице.

Наблюдаемая Вселенная при её массе порядка  $10^{56}$  грамм (это около двухсот миллиардов галактик с двумястами миллиардами звёзд в каждой) – сложная физическая система. А естественная эволюция сложной системы управляется законом роста энтропии как меры её хаоса, упрощения структуры (например, сливая горячую и холодную воду, мы получим тёплую воду постоянной температуры). Но земная биосфера и человек как её часть суть сложные образования, и человек упорядочивает себя и место своего обитания, вытесняя хаос куда-то наружу и усложняя тело цивилизации. Почему это возможно? Потому что низкоэнтропийное солнечное излучение как источник жизни вытесняет хаос из окрестности Солнечной системы ценой её общего увеличения в нашей Галактике. Это означает, что островки разумной жизни во Вселенной – редки и локализованы,

и мало надежды найти братьев по разуму там, куда даже со скоростью света не долететь за приемлемое время.

В математике существует понятие особого структурно устойчивого множества меры нуль (в физике – чуть больше нуля). Например, двухмерная граница трёхмерной физической системы и центр масс этой системы имеют нулевой объём, но не исчезают при деформации системы, то есть структурно устойчивы. Около каждой звезды существует тонкий шаровой слой, в котором температуры находящихся там тел совместимы с жизнью (название такой зоны – *экофера*). Раз в наблюдаемой Вселенной порядка  $10^{22}$ , а планет на порядок больше (их около  $10^{23}$ ), то где-то вполне могут быть планеты с физическими параметрами, допускающими появление атмосферы, гидросферы и литосферы, совместимых с возможностью появления жизни.

Вселенная расширяется, и естественно предположить, что в начале расширения около 13,8 миллиардов лет тому назад это был сверхплотный комок физической материи. Поскольку её границе неоткуда было взяться, начальный трёхмерный мир мог быть безграничной трёхмерной сферой. Но квантовая теория пространства-времени требует, чтобы размерность квантового пространства-времени равнялась десяти. Естественно считать, что элементами наблюдаемого 4-мерного пространства-времени являются сверхмалые 6-мерные компактные подпространства. Также естественно предположить, что три наблюдаемые физические взаимодействия (сильное, электрослабое и гравитационное) появились при распаде начального единого физического взаимодействия (с одной фундаментальной константой), распавшегося на сильные взаимодействия (с константой порядка размера ядра атома в экспоненте, входящей в известный с 1935 года потенциал Юкавы, описывающий ядерные взаимодействия), слабые (с обменом неустойчивыми  $W$  и  $Z$  бозонами), электромагнитное (с обменом виртуальными фотонами спина 1) и гравитационные (с постоянной тяготения Ньютона и с обменом виртуальными гравитонами спина 2 между массами как гравитационными зарядами).

Согласно уравнениям Эйнштейна (1915), тензор кривизны пространства-времени в виде симметричной  $4 \times 4$  матрицы функций мировой точки (пространственной точки, взятой в один момент времени) равен тензору энергии-импульса материи, умноженному на очень малую константу Эйнштейна (она выражается через постоянную тяготения Ньютона и скорость света). Материя как бы указывает пространству-времени (миру событий), как его геометрии надо прогибаться, а кривизна мира событий указывает материи, как ей двигаться. Можно геометризовать плотность не только массы как источника кривизны мира, но и плотность спина материальных источников, взяв вместо десяти уравнений Эйнштейна систему шестнадцати уравнений Эйнштейна–Картана (1922). Мир Эйнштейна–Картана отличается от мира Эйнштейна тем, что вместо реального движения в нём по окружности мы будем двигаться словно по винтовой лестнице, как при подъёме, скажем, на крышу Астрономического института Московского университета в Москве (ГАИШ МГУ).

На поверхности Земли кривизна пространства-времени проявляется в том, что у выполненного лучами лазеров вертикального треугольника сумма углов меньше двух прямых, а у горизонтального – больше. Отклонения от плоской геометрии здесь ничтожно малы: чтобы они стали очень большими, надо было бы сжать Землю в шарик размером порядка сантиметра. Поэтому хотя ещё в 1916 году Эйнштейн предсказал существование распространяющихся со скоростью света гравитационных волн, открыть их (если только вдруг поверить соответствующим заявлениям: поверим, когда опыт будет кем-то повторён) удалось лишь в 2016 году. Поскольку геометризация спина и вращения источников гравитации (масс) в теории Эйнштейна–Картана задаётся несимметричной частью тензора энергии-импульса этих источников, умноженной уже на квадрат малой константы Эйнштейна, торсионные поля Картана экспериментально вряд ли удастся когда-

нибудь открыть. Но они элементарно усматриваются умозрением как естественное развитие теории Эйнштейна [2].

Можно рассмотреть гипотезу такого фазового перехода ранней Вселенной, что компактное квантовое 9-мерное пространство радиуса кривизны  $10^3$  в степени примерно минус 13 сантиметра с предельной планковской плотностью источников в эпоху Большого взрыва перестроилось с сохранением её объёма в расширяющееся 3-мерное пространство наблюдаемого радиуса кривизны  $10^{28}$  сантиметров с компактными 6-мерными элементами планковского масштаба вместо точек (размером около  $10^{-33}$  сантиметра), так что рост в трёх измерениях примерно на 40–41 порядок компенсировался уменьшением в шести оставшихся измерениях более чем на 20 порядков (это, подчеркиваем, чисто умозрительная гипотеза).

Сильное взаимодействие отвечает за появление нуклонов (протонов и нейтронов), каждый из которых представляет тройку кварков, обменивающихся глюонами. Электрические заряды кварков в естественных единицах равны  $1/3$  и  $2/3$  (разных знаков), устойчивая сумма которых из трёх слагаемых есть 1 (протон и антипротон) или 0 (нейтрон и антинейтрон). Важно (и для физики, и для философии), что нуль здесь не изначальное ничто, а результат взаимной компенсации ненулевых величин. Теперь легче принять, что тензор энергии-импульса вакуума (от латинского *vacuum*, пустота) есть произведение ненулевой космологической постоянной на метрику (тогда плотность материи равна давлению по всем трём пространственным осям), что вакуум не ничто, что могут быть разные локальные вакуумы. В частности, можно предположить, что до Большого взрыва был вакуум планковской плотности, который отдал значительную часть вакуумной массы-энергии излучению и, затем, веществу, оставив что-то на долю нового вакуумного фона. Если макроскопическое 3-пространство есть 3-сфера чудовищно большого конечного радиуса кривизны, то наблюдаемое ускоренное расширение Вселенной из одного условного «полюса» когда-нибудь сменится сжатием на другом её «полюсе» (знак ускорения расширения может в принципе меняться).

Напомним, что Эйнштейн ввёл космологический член для получения статической (скорее, из общих эстетических соображений: отсутствие статики мира он считал его несовершенством) Вселенной конечного радиуса как одного из простейших решений его уравнений. Потом он счёл это самой главной своей ошибкой. А.А. Фридман (1888–1925) нашёл нестационарное решение уравнений тяготения Эйнштейна. При этом решение Эйнштейна оказалось неустойчивым. Сейчас физики говорят о фридмановской космологии как простейшей модели эволюции пространства-времени. А возможность выбора разных космологических членов уравнений тяготения Эйнштейна означает в принципе возможность разных глобальных вакуумов. Понятия «ничто» и «всё» в каком-то смысле могут сближаться, и концепция возможной перестройки физического вакуума допустима.

Электромагнитное взаимодействие зарядов определяется четырьмя уравнениями Максвелла: действие дифференциального оператора второго порядка на 4-мерный вектор-потенциал даёт сохраняющийся (то есть с нулевой дивергенцией) ток. Аналогичный вид на языке тетрад (четвёрки вектор-потенциалов) можно придать уравнениям Эйнштейна-Картана для гравитации [2], что автоматически решает проблему законов сохранения в общей теории относительности. Отметим, что в известной книге «Теория поля» Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица для решения проблемы законов сохранения в гравитации вводится ненужный псевдотензор, а в монографии [3] академика В.А. Рубакова с соавтором ошибочно написано, что в общей теории относительности просто нет законов сохранения. Отметим также, что в физике до сих пор не решена задача единого описания всех физических взаимодействий и, в частности, нет законченной квантовой теории гравитации.

На пути к научной картине мира развивающееся сознание человека проходит мифологические стадии своего становления, исходящие из того, что весь мир – живой (гилозоизм), а также одушевлён



(анимизм; сегодня мы знаем, что живые деревья не имеют чувств, а животные имеют чувства боли или удовольствия) и даже одухотворён (панпсихизм; здесь локализируются первобытные религии с их магическим сознанием). Вспомним, например, стихи великого поэта-пантеиста Фёдора Тютчева (год написания 1836; Александр Пушкин, который был и «сам обманываться рад», тогда был ещё жив):

Не то, что мните вы, природа:

Не слепок, не бездушный лик –

В ней есть душа, в ней есть свобода,

В ней есть любовь, в ней есть язык...

Мировые религии (буддизм и теизм) приватизировали и сакрализовали сущность бытия, но наука диалектически сняла и развила донаучную картину мира. Стоит уважать и магическое детство, и религиозную юность человечества. В мире на уровне научных фактов нет живущих в воображении религиозных чудес, зато есть научное знание. Оно всеильно: нет непознаваемого, но есть непознанное. Знание непрерывно развивается, поскольку каждое научное понятие имеет предел применимости: взятое разумом в скобки добытое знание требует выхода за скобки (по закону диалектики проведение границы есть также её мысленное переступание). Наука – это просто развивающееся в целую систему научное понятие. Но конечно, не единой наукой жив человек. Инстинкт – фундамент, рассудок – стены, разум – кровля возводимого в голове образа мира.

Единство физического мира проявляется в том, что все элементарные частицы – это разные состояния одной и той же частицы-струны с разными устойчивыми модами её резонансных колебаний. Физический мир – квантовый, и все физические величины суть операторы, а заряды (сильные, электрические и гравитационные) – это собственные значения соответствующих операторов, действующих на физическую систему. Спин частицы – внутренний квантовый момент её закрученности (как бы вращения). Частица спина 0 называется бозоном Хиггса. Собственным значением квантового оператора скорости является только плюс-минус скорость света. Строго говоря, это не скорость (ведь из-за лоренцева сокращения для воображаемого светового наблюдателя пространство не 3-мерно, а 2-мерно), это исходное световое состояние каждой рождающейся частицы. Исходный пространственно-временной 4-импульс физической частицы с одним временным и тремя пространственными компонентами имеет нулевой квадрат: временная и пространственные компоненты компенсируют друг друга (иначе временное измерение не отличалось бы от пространственного). Квантовый принцип неопределённостей координаты и импульса частицы означает неразделимость этих понятий. Из-за систематического взаимодействия с бозонами Хиггса 3-импульсы частиц систематически меняют свой знак, и возникает световое дрожание частицы с ненулевой массой покоя как усреднённой временной компонентой 4-импульса (свет мы видим благодаря поглощению глазом внешних фотонов, а когда-то считалось, что это глаз как фонарик своим излучением «ощупывает» окружающие предметы, эти излучения отражающие обратно).

Первичность световых состояний частиц означает первичность диадного 2+2 расщепления пространства-времени как множества нуль-мерных событий. Соответствующий *диадный формализм* был впервые предложен в 1971 году в ГАИШ МГУ автором этой статьи [4] и в 1973 году независимо был предложен и другими авторами [5]. Он получил название GHP-formalism (Джи-Эйч-Пи-формализм) и считается его авторами Герочем, Хелдом, Пенроузом и другими физиками

существенным развитием общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна (как известно, нет пророков в своём отечестве). ОТО объединила одномерное время и трёхмерное пространство как бывшие абсолютные сущности, каковыми они были в 1687 году у Ньютона с его первой механической картиной мира, в единое 4-мерное пространство событий, дающее различные 3-пространства и времена для наблюдателей с различными состояниями движения. А.Л. Зельманов предложил метод хронометрических инвариантов для 1+3 расщепления на одномерные мировые линии наблюдателя с его часами и локальными 3-пространствами, образованными одновременными для этого наблюдателя событиями. Релятивизация 1+3 расщеплений 4-мерного мира событий стала абсолютизацией последнего и превращением времени и 3-пространства в некие его тени, относительные проекции исходного абсолюта.

Как выглядит небосвод для космонавта с увеличением скорости его корабля до субсветовой и световой? Тогда все светила из-за релятивистской абберации света стянутся в апекс его движения с неограниченным голубым смещением в виде летящей ему навстречу со световой скоростью плоской волны. Звезда в антиапексе движения станет невидимой из-за неограниченного красного смещения (ведь её фотоны космонавта не догонят). Впрочем, расстояния до тел спереди (и сзади) обратятся в нуль: световой наблюдатель (с мировой линией нулевой длины) затратит нуль собственного времени для достижения звёзд впереди, поскольку он мгновенно *уже там*. Для воображаемых световых наблюдателей их локальные пространства двухмерны. В этом смысле наш диадный формализм первичен по отношению к обычному классическому, не квантовому (1+3)-расщеплению мира событий. Его формально можем считать (4+0)-расщеплением на нульмерные точки-события (в будущей квантовой теории гравитации они могут быть, возможно, заменены компактными многомерными пространствами-зёрнами планковского масштаба). Если для Демокрита *мир есть атомы и пустота*, то в будущей физике и «пустота» будет скорее зернистой и дискретной.

Каждая физическая частица – это квант возбуждения физического вакуума. Масса фона (тёмная энергия, соответствующий тензор энергии-импульса, умноженный на постоянную Эйнштейна, равен произведению космологической постоянной на метрику пространства-времени) образует долю 0,7 массы Вселенной. Тёмная материя образует долю примерно 0,25, а видимая материя – остальную долю 0,05 полной массы. Природа тёмной материи пока неизвестна [6]. Если вакуум – это своего рода океан в состоянии штиля, то частицы – это своего рода его дискретные волны.

Самый распространённый элемент во Вселенной – водород. Электрическое взаимодействие электрона и протона (по закону Кулона) на несколько десятков порядков превосходит их гравитационное взаимодействие (по закону всемирного тяготения Ньютона). Распад единого взаимодействия был также распадом констант различных наблюдаемых сейчас физических взаимодействий. Из трёх фундаментальных физических констант (постоянные Ньютона, Планка и скорость света) можно получить предельную планковскую плотность материи:  $5 \times 10^{93}$  грамм в кубическом сантиметре. Поскольку (согласно Давиду Гильберту [1] с его физически реальным финитизмом) в опыте бесконечность не дана, так что актуально бесконечных величин в природе нет, то начальным состоянием расширяющейся Вселенной следует считать не сингулярную точку бесконечной плотности, а, как было сказано, конечное компактное (безграничное) пространство с предельной планковской плотностью материального источника.

Массе наблюдаемой Вселенной ( $10^{56}$  грамм) может отвечать 3-сфера планковской плотности радиуса кривизны  $10^{-13}$  сантиметра (это своего рода «первоатом Леметра»). Начальный «вакуум» распался на современный вакуум с падением плотности на 123 порядка (до критической плотности  $10^{-29}$  грамм в кубическом сантиметре), и гравитационный радиус вырос на 41 порядок (до  $10^{28}$  сантиметра: это радиус горизонта событий). Галактики и их скопления, расстояния между которыми превосходит горизонт событий, удаляются друг от друга со сверхсветовой скоростью,

превосходящей скорость распространения физических взаимодействий, так что сигнатура мировых линий их историй при переходе от одной системы отсчёта к другой меняется.

Элементарные частицы как кванты возбуждения физического вакуума образовали атомы и молекулы. Масса стабильных атомов ограничена тем, что сильные взаимодействия ослабевают экспоненциально с увеличением расстояния между нуклонами (потенциал Юкавы), поэтому большие сверхтяжёлые атомы распадаются на более лёгкие. Можно предположить, что вместо электрического потенциала Кулона и гравитационного потенциала Ньютона мы имеем тоже экспоненциальное уменьшение потенциалов с расстоянием. Но если в потенциале Юкавы в экспоненте стоит отношение радиального расстояния от источника к постоянному расстоянию  $10^{-13}$  сантиметра, то в аналогичных обобщённых потенциалах Кулона и Ньютона могут стоять сколь угодно большие конечные постоянные расстояния. Это не противоречило бы наблюдениям, но заменило бы актуально бесконечную Вселенную на Вселенную только практически как бы бесконечную, со сколь угодно большим конечным радиусом кривизны, что отвечало бы, как было сказано, идее Давида Гильберта [1].

Для понимания появления человека в мире надо обратиться к теории сложности. Число перестановок из  $N$  элементов пропорционально  $(N/e)$ , где в знаменателе стоит натуральное число (примерной величины 2,718). Это означает, что потенциальная сложность системы из  $N$  элементов растёт много быстрее экспоненты. Здесь ключ к появлению сложной структуры биосферы Земли, частью которой мы являемся. Тот факт, что наши тела состоят из тяжёлых химических элементов, доказывает (в рамках космогонии Солнечной системы), что Солнце – звезда второго или третьего поколения. Масса Солнца равна  $2 \times 10^{33}$  грамм (а масса Земли составляет  $6 \times 10^{27}$  грамм). Солнце пережигает свой водород в гелий и каждую секунду тратит на излучение 4 мегатонны своей массы-энергии, из которых 2 кг (одна двухмиллиардная часть) падает на Землю, создав и поддерживая её биосферу. Поэтому не случайно, например, ацтеки приносили Солнцу человеческие жертвы (а люди боролись за право удостоиться чести стать жертвой божеству), чтобы «уставшее» за день Солнце к утру набралось сил снова засиять.

Биосфера есть, как известно, область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. Она состоит из среды обитания и органических веществ как её части. Сначала на Земле возникла флора (совокупность видов растений) с её фотосинтезом, затем одноклеточные и многоклеточные животные организмы фауны. Ресурс солнечного излучения как источника жизни и сама жизнь необходимо ограничены по срокам и объёму. Каждое растение со временем «устаёт» расти, животное – жить, но в норме они успевают передать эстафету жизни следующему поколению. Организмы биосферы передают следующему поколению биологический наследственный код, а поколения людей как ноосферная часть биосферы передают также код социокультурный. Физический принцип экстремума действия определяет естественную самоорганизацию природы, а знание с его пониманием и предвидением даёт дополнительные возможности. Разумный человек – естественный полюс сложности развивающейся и усложняющейся природы. Хотя степень сложности растёт, но в каждый момент времени она ограничена.

На ближайших планетах жизни нет: на Венере слишком жарко, на Марсе – слишком холодно, и если там жизнь и была, то лишь на низком (бактериальном?) уровне. Сила жизни и особенно жизни разумной имеет не экстенсивную, но интенсивную природу. Так что же такое жизнь как таковая? Согласно словарю [7], это *одна из форм существования материи, закономерно возникающая при определённых условиях в процессе её развития. Организмы отличаются от неживых объектов обменом веществ, раздражимостью, способностью к размножению, росту, развитию, активной регуляции своего состава и функций, к различным формам движения, приспособляемостью к среде и*

*т. п. Полагают, что жизнь возникла путём абиогенеза (образования органических соединений без участия ферментов).* Ясно, что это, скорее, описание («одна из форм») с перечислением признаков, а не точное определение. Поэтому я попытался дать более конкретное физическое определение [8]: *жизнь есть поток упорядочения (негэнтропии), обеспечиваемый самокоррекцией наследственного кода при условии притока свободной энергии.*

Природа подчиняется законам физики. Главным математическим образом физики является *фeyнмановский интеграл по путям эволюции физической системы*: между двумя состояниями физической системы в разные фиксированные моменты времени складываются все виртуальные эволюции, порождающие наиболее вероятную действительную эволюцию (природа самоорганизуется). Свобода выбора возникает из возможности ветвления траекторий динамической эволюции физических систем. У растений нет свободы выбора. Животные способны на поиск того, что им нужно. При этом фауна делится на хищников и жертв. Скажем, волки способны питаться травой, но только предварительно переработанной зайцами (хищниками для растений и жертвами для волков) в зайчатину. Социум делится на, условно говоря, «социальных хищников» и на «социальных жертв» как непосредственных производителей жизненных начал, включающих также учёных как добытчиков нового знания о природе и технологии переработки её продуктов. Инстинкт жизни человека им осознаётся и продолжается в рождаемом им искусстве и науке как знании о фундаментальных законах природы и возможностях их творческого применения в форме цивилизации. При этом только человек (девиантного типа поведения) способен сознательно отрицать человеческое начало в человеке. А хищники одного уровня могут быть жертвами для хищников другого уровня. Конечно, без хищников жизнь невозможна. Например, без волков зайцы съедят всю траву и умрут с голоду, а волки без зайцев тоже умрут с голоду (но перед этим, возможно, начнут пожирать друг друга в борьбе за выживание). Известные уравнения Лотка–Вольтерра для описания системы «хищник-жертва» чаще всего дают периодическое колебание тех и других: вымирание зайцев влечёт вымирание волков, влекущее размножение зайцев, вызывающее рост числа волков, и всё повторяется. В социуме всё усложняется: *кто тут охотник, кто добыча – всё дьявольски наоборот; и что-то странное мурлычет чеширский кот* (Анна Ахматова). Для хищников конкуренция за жертву типична. Среди множества крыс на корабле, например, может возникнуть поедающий их *крысак*, которого остальные крысы страшно боятся. Когда крысам нечего есть, крысак продлевает существование крысиной популяции, и когда корабль пристанет к берегу, оставшиеся крысы сбегут на берег и будут спасены. Мой покойный друг Михаил Иванович Буянов (1939–2012) изучал первобытные племена Новой Гвинеи и был свидетелем того, как члены одного племени поймали женщин другого племени, повесили за ноги на ветви дерева, заживо вспороти животы, чтобы вытекла кровь, затем приготовили на костре и съели. Каждая женщина племени за свою жизнь рождает около дюжины детей, из которых вырастают двое-трое, а остальных члены племени съедают: без людоедства эти племена выживать не могут.

Этнополитическая динамика социума допускает математическое моделирование [9] с помощью уравнений профессора ФИАН Д.С. Чернавского (1926–2016): скорость изменения кластера (скажем, численности людей как носителей определённой установки в своих действиях) равна численности этих носителей, делённой на так называемое время авторепродукции (без других членов это дало бы экспоненциальный рост численности элементов кластера, что в пределе невозможно), далее – плюс коэффициент диффузии, умноженный на лапласиан (известный математикам дифференциальный оператор второго порядка по пространственным координатам), действующий на численность кластера (этот член определяет распространение кластера по территории), минус члены с коэффициентами конфронтации внешней (кластеры друг с другом конкурируют) и конфронтации внутренней (работает фактор тесноты).

Аттрактором эволюции (притягивающим множеством) в биосфере являются две системы: авторитарная (общее выше личного, взаимовыручка внутри кластеров и конкуренция между кластерами с тенденцией сакрализации своих лидеров) и либеральная (личное выше общего, строгое соблюдение формальных правил поведения, конкуренция между индивидами, власть – только нанятый менеджер, отвечающий общий порядок). Параметром порядка является удельное количество жизненных ресурсов в расчёте на индивида: если их мало, приходит авторитарная система (например, фашизм в Германии после её поражения в Первой мировой войне), если много – устанавливается система либеральная. Накопление ресурсов в мирное время способствует постепенному переходу от системы авторитарной к системе либеральной (от социализма к капитализму). При этом возможны различные виды всех этих систем.

Деление биосферы на флору и фауну вписывается в её динамику по Чернавскому. Но и этот подход предполагает неизбежное упрощение описания. Детализировать описание можно превращением коэффициентов (авто-репродукции, диффузии и конфронтации) в функции времени и других параметров. Например, во флоре появляются растения (например, некоторые лианы, росянки и другие), заманивающие насекомых, которые тонут в приготовленных им клейких или жидких ловушках, или гибнут (как, например, мухи) в мгновенно схлопывающихся листьях с шипами на краях. Такое поведение растений некоторые наивно принимают за их разумность, хотя здесь часть флоры слепо и автоматически само-организуется за миллиарды лет её эволюции. Увы, в человечестве что-то тоже само-организуется не разумно, но стихийно. Работает также так называемая *ловушка невротической логики*: неразумному человеку бывает невозможно объяснить суть дела: ведь умей он адекватно воспринять разумную аргументацию и критику оппонента, то, возможно, и сам не делал бы того, что делает. Что же касается животных, то их можно только выдрессировать, но невозможно научить в точном смысле этого слова. Ясно, что предок человека вначале прошёл внутри племени стадию дрессировки (это заняло миллионы лет) и только потом обрёл разум (это заняло сотни тысяч лет). Мы – кроманьонцы, а другие породы человека (неандертальцы и дионисийцы) вымерли.

Следует учитывать, что некоторые части как флоры, так и фауны способны не только прогрессировать, но по каким-то позициям и деградировать в процессе эволюции. Для социума это означает возможное возникновение в будущем новых рисков для цивилизации со стороны носителей примитивных и даже первобытных структур сознания. Уже сегодня людей можно условно разделить на людей-солдат (они действуют по принципу отчуждения воли в пользу лидера) и людей-мыслителей, самостоятельно размышляющих и действующих исключительно под личную ответственность. Отчуждение есть перевёртывание субъект-объектного отношения (человек попадает в рабство того, что человеком и создано). А свобода скорее есть не *осознанная необходимость*, но *снятие отчуждения*. Термин *снятие* означает не простое отрицание, но расширение смысла и усложнение. На уровне атомов человек остаётся их совокупностью, но как существо универсальное он улавливает смысловую стержень мирового бытия – сначала в мифологической религиозной форме, затем – в научной. Как сказал в Ватикане понтифик Иоанн Павел Второй математику Владимиру Игоревичу Арнольду (1937–2010), *наука одна способна установить истину, а Церковь считает себя более компетентной в вопросе применения научных открытий типа атомных бомб*. Добывая новое знание, человек как универсальное космическое существо приходит к пониманию того, что гармония его деятельности должна естественно вписываться в гармонию космоса. Вселенная – слово русское, оно улавливает онтологический момент жизни. Космос – слово греческое и означает *порядок*.

Процитируем Сергея Аверинцева[10]: *Греческий «космос» покоится в пространстве, обнаруживая присущую ему «меру», библейский «олам» движется во времени, устремляясь к*

переходящему его пределы «смыслу»... Ближневосточный мистический историзм нашёл в Библии своё классическое выражение и в основном именно через Библию вошёл в духовный кругозор византийского средневековья... Фидеистический рационализм враждебен не только духу научности; в известных пределах он враждебен религиозному переживанию тайны. Абсолютное будущее слишком определёнno, чтобы быть абсолютным, и, пожалуй, слишком определёнno, чтобы быть будущим. Из бездны света оно превращается в массивный золотой иконостас. «Имперфект» человеческой истории, да и библейской «священной истории», не столько «прошедшее», сколько проходящее время заменяется снятым и готовым «перфектом» извечно Божьего решения, заменяется стоящим настоящим литургии... Настоящее остановлено, будущее – уже не совсем будущее, ибо оно в некоем идеальном плане дано готовым сейчас, но и прошедшее – не совсем прошедшее, ибо оно, как предполагается, обладало смысловым содержанием настоящего и будущего.

Следует признать, что теизм [11] как религиозное мировоззрение, исходящее из понимания Абсолюта как бесконечной божественной личности, трансцендентной миру, свободно творящей мир и свободно оперирующей с миром, предпочтительнее пантеизма Спинозы и Тютчева, отождествляющего Бога и мировое целое. Но мистификация мировой динамики теизмом в образе Творца как Абсолютного Субъекта не способна противостоять её демистификации наукой, которая диалектически снимает трансцендентность источника мира и его динамики. Первичные световые образы, соединяющие время и пространство, делают ненужным трансцендировать источник мировой динамики в образе Творца как сверхприродного субъективного источника этой динамики и активности человека, якобы созданного Творцом по Его же образу и подобию. Теизм мистифицирует душевную и духовную сторону человеческой жизни.

Альтернативой теизма является буддизм, который натуралистически объединяет психическое и физическое начала человека в образе вечных *дхарм* как первичных сущностей бытия всех природных элементов в рамках Природы, которая и сама есть некая высшая Дхарма. Научный подход к пониманию человека как наиприроднейшего и наисложнейшего существа Космоса, как части самой естественно самоорганизующейся Природы, отрывается от великих религиозных мифов буддизма и теизма, как ракета отрывается от стартовой установки, демонстрируя мощь анти-догматичного, самокритичного и динамичного научного разума.

#### Литература

1. Гильберт Д. Познание природы и логика (1930). / Избранные труды. Том 1. М.: Факториал. Стр. 457-465 (1998).
2. Polishchuk R.F. Tetrad Currents in General Relativity. / Gravitation and Cosmology. Vol. 2(3), 123–129 (1997). Полищук Р.Ф. Тетрадные токи торсионных полей Картана. / 8-я Международная научная школа «Наука и инновации – 2013», Йошкар-Ола, 75–92 (2013). Polishchuk R.F. Energy Problem in the Einstein–Cartan theory. / Gravitation and Cosmology, 21(3), 220–235 (2015).
3. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. / М.: ЛКИ, с. 448 (2008).
4. Полищук Р.Ф. Кандидатская диссертация. /М.: ГАИШ МГУ (1971). Полищук Р. Ф. Диадные компоненты тензора кривизны. /Вестник Моск. ун-та, «Физика. Астрономия», 612–613 (1972), Полищук Р.Ф. Двухмерные площадки в общей теории относительности. /Вестник Моск. ун-та, «Физика. Астрономия», 3–7 (1973). Полищук Р.Ф. Диадный подход к общей теории относительности. / Проблемы гравитации. М.: МГУ, 175–189 (1986).
5. Geroch R., Held A. and Penrose R. / J. Math. Phys. Vol. 14 (7), 874–881 (1973).
6. Polishchuk R.F. Hypothesis of Friedmons as Dark Matter Particles. / Bulletin of the Lebedev Physics Institute. Vol. 39(8), 226–228 (2012).

7. Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия. Стр. 438. Жизнь.
8. Polishchuk R.F. Life as a Negentropy Current and the Problem of Infinity. / Fundamentals of Life. Paris: Elsevier, 141–151 (2002).
9. Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
10. Аверинцев С.С. Поэтика ранневизантийской литературы. М.: “Coda”, 1997.
11. Аверинцев С. С. Связь времён. Киев: ДУХІЛІТЕРА, 2005.



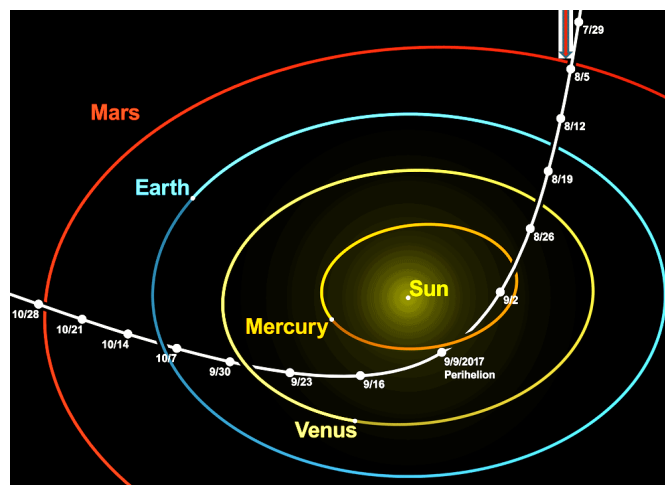
## **ПЕРВЫЙ МЕЖЗВЕЗДНЫЙ АСТЕРОИД**

**Владимир Васильевич БУСАРЕВ**

доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ГАИШ МГУ

Слабый объект около 26-й звездной величины, движущийся по гиперболической орбите с беспрецедентно большим эксцентриситетом  $1.1956 \pm 0.0006$ , был обнаружен 19 октября 2017 американским автоматическим 1.8-м телескопом *Pan-STARRS1* на Гавайских островах [1]. Как оказалось, он вошел в Солнечную систему из межзвездного пространства со стороны Северного полюса, прошел минимальное расстояние от Солнца (перигелий)  $0.254 \pm 0.002$  а. е. 9 сентября и затем быстро покинул нашу планетную систему (см. рис. 1, направление движения объекта показано красной стрелкой, а его траектория – белым цветом). Ему присвоили номер 1I/2017 U1, как первому открытому межзвездному телу, и даже придумали имя собственное – Оумуамуа (что означает «посланник» в переводе с гавайского). Но чтобы избежать необходимости многократно повторять это труднопроизносимое имя, будем далее для простоты называть этот объект U1.

Рис. 1.



U1 обнаружил необычные фотометрические свойства – сильные колебания блеска с амплитудой до 2,5 зв. величин. Исходя из предположения, что такие вариации связаны с вращением эллипсоидального тела вокруг своей оси, специалисты пришли к выводу, что отношение размеров U1 по двум осям может достигать 10,3, а его линейные размеры могут быть в пределах от  $\sim 200 \times 20$  до  $\sim 400 \times 30$  м [1, 2]. Такая форма твердого небесного тела нехарактерна для малых тел Солнечной системы и могла возникнуть в каких-то особых условиях. Кроме того, попытки определить период вращения U1 столкнулись с неожиданными трудностями. Разные авторы выдавали различные оценки периода вращения U1 – 8.26 ч, 7.34 ч и 6.9 ч. Но оказалось, что ни один из них не может объяснить наблюдаемые колебания блеска. В то же время кривую блеска можно описать, предположив, что астероид вращается сразу по двум осям, то есть «кувыркается», а периоды вращения составляют 7.4 и 7.94 часов [3]. Феномен кувыркания уже наблюдался у некоторых небольших (размерами меньше 200 м) астероидов Солнечной системы. Как правило, он объясняется недавним столкновением тел или воздействием на них приливных сил при близких пролетах планет. Оценки времени релаксации кувыркания для U1 могут достигать десятков миллиардов лет. Скорее всего, этот объект начал кувыркаться еще в собственной планетной системе, где он образовался и откуда был выброшен, и будет в таком состоянии еще долгое время после того, как покинет Солнечную систему.

Странный вид U1, изображенный неизвестным художником (рис. 2), обошел почти все средства массовой информации.

Рис. 2.

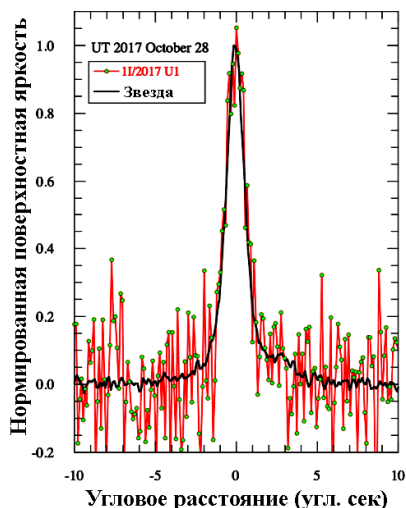


Поскольку U1 прибыл в Солнечную систему после огромного по длительности путешествия в далеких и холодных глубинах Вселенной, то естественно предполагать, что он имеет кометную природу или преимущественно ледяной состав. Но, на удивление, не было обнаружено никаких признаков его кометной активности в виде связанных с ним рассеивающих свет испарений или комы. Наиболее убедительным в этом отношении является совпадение фотометрических профилей



U1 и соседней с ним звезды (как точечного источника света) на изображении, полученном при наземных наблюдениях в очень хороших атмосферных условиях [4] (см. рис. 3, профиль звезды изображен черной линией, а U1 – красной).

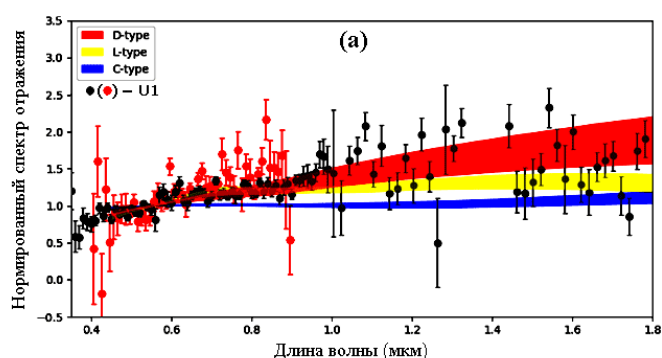
Рис. 3.

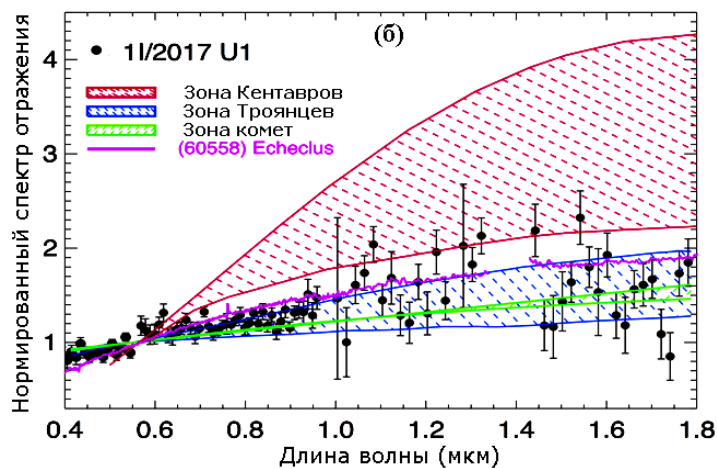


Отсутствие кометной активности позволяет утверждать, что, по крайней мере, поверхность U1 не является ледяной и сам он больше похож на астероид, чем на комету. Но, прежде чем более подробно обсудить возможные варианты интерпретации природы U1, рассмотрим его полученные спектральные характеристики в сравнении с аналогичными свойствами малых тел Солнечной системы.

Первые спектры отражения U1 продемонстрировали, что при разных аспектах он имеет красноватый цвет (Рис. 4, «а» и «б») [5]. На рисунке 4а проведено сравнение изображенных точками спектров отражения U1 со спектрами отражения (точнее – диапазонами их изменений) спектров астероидов примитивных типов (C, D и L), а на рисунке 4б – сравнение тех же спектров U1 с пределами изменений спектров отражения астероидов-троянец, кентавров (объектов промежуточного типа между астероидами и кометами; 60558 Эчеклус – один из них) и ядер комет [5].

Рис. 4 (а, б).





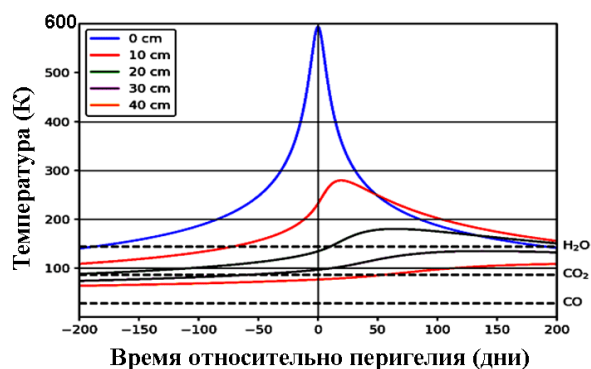
Из этих рисунков видно, что спектры отражения U1 наиболее близки к красноватым спектрам астероидов D-типа, к которым относятся и троянцы. Как следует из минералогической интерпретации данного спектрального типа (например, [6]), такой спектр отражения соответствует дегидратированному (высушенному) силикатному веществу с примесью тугоплавкой органики, подвергнутому, возможно, сильному и/или длительному нагреванию (до нескольких сотен градусов по Цельсию) и воздействию коротковолнового излучения и корпускулярных потоков (например, при близком прохождении у звезды). Но, как известно, оптический спектр отражения безатмосферного небесного тела характеризует только верхний, весьма тонкий (толщиной от нескольких миллиметров до десятков сантиметров) слой вещества, а его состав на большей глубине остается неизвестным. Чтобы как-то прояснить данный вопрос, прибегают к теплофизическому моделированию, которое было проведено и для U1. Расчеты показали [5], что пористое вещество упомянутого состава обладает высокими теплоизолирующими свойствами, а слой такого вещества должен иметь толщину до полуметра, чтобы внутри U1 оказался лед при прохождении на малом расстоянии от Солнца или другой звезды. Упрощенная модель твердого небесного тела с подобной внутренней структурой изображена на рис. 5.

Рис. 5.



Также было выполнено численное моделирование «тепловой волны» в поверхностном веществе (с тем же предполагаемым составом и теплопроводностью, свойственной углистым хондритам) U1 при прохождении им минимальных расстояний от Солнца (рис. 6) [5]. Из полученной зависимости видно, что максимальное значение температуры уменьшается и смещается на более позднее после перигелия время с увеличением толщины слоя поверхностного вещества. Пунктиром на этом рисунке указаны температуры сублимации льдов разного состава в вакууме (рис. 6) [5].

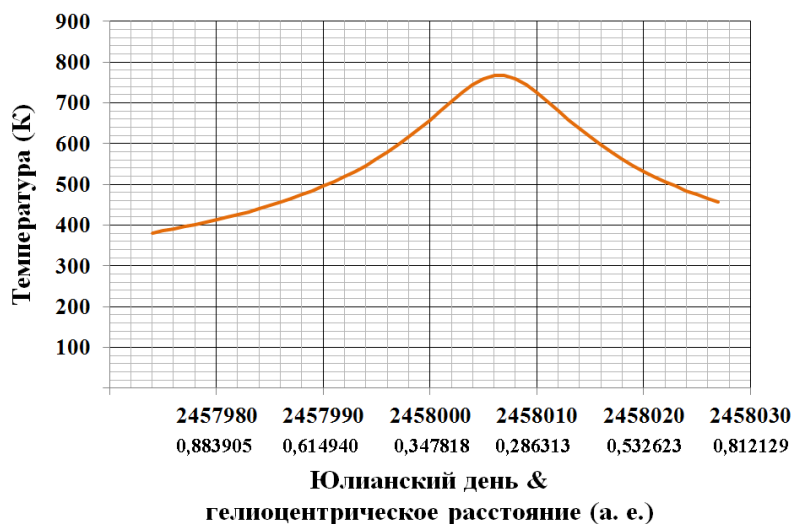
Рис. 6.



Однако при подобных расчетах остается неизвестным ряд важных параметров вещества U1, например, его пористость. Наши расчеты, выполненные для случая высокого значения пористости (и, соответственно, практически при отсутствии теплопроводности) самого верхнего слоя вещества показывают, что рост температуры на поверхности U1 с приближением к перигелию, вероятно, был более плавным, а температура достигала более высоких значений (примерно на 150–200 градусов) (рис. 7). Максимум температуры на этом рисунке точно соответствует перигелию.

Рис. 7.

### Температура в подсолнечной точке U1



И все же предполагаемый вариант внутреннего содержания льда в «межзвездном скитальце» с учетом его крайне вытянутой формы вызывает большие сомнения. Если даже признать, что это так, то одним из наиболее сильных контраргументов будет низкая механическая прочность рассматриваемого объекта, нереальная для тела, прошедшего огромные расстояния космического масштаба и, несомненно, подвергавшегося сильным ударным или приливным нагрузкам.

Итак, перейдем к наиболее важным вопросам: где и как мог образоваться U1, как он мог оказаться в межзвездном пространстве и, наконец, как скоро мы сможем увидеть другие аналогичные объекты? Не претендуя на истину в конечной инстанции, кратко перечислим наиболее интересные результаты и идеи.

Уже давно обнаружены и изучаются пылевые и обломочные диски в окрестностях молодых звезд с формирующимися планетными системами (например, [7–9]). Более того, с помощью наблюдений в инфракрасном диапазоне на космических телескопах (например, [9]) установлена крупномасштабная кольцевая структура и состав (силикатные соединения в центральной части и льды – на периферии) некоторых таких дисков у ближайших к Солнцу звезд (таких как Фомальгаут,  $\beta$  Живописца и Вега). Эти результаты однозначно показывают, что в окрестностях молодых звезд из пылевого и обломочного материала происходит рост планет. Вероятно, одним из таких обломков из окрестностей соседней звезды является U1. Как он оказался в межзвездном пространстве? Это было показано с помощью расчетов нашим соотечественником – В.С. Сафроновым [10]: при росте Юпитера (или другой планеты-гиганта), когда его масса достигает нескольких масс Земли, он вместо аккумуляции начинает разбрасывать своим гравитационным полем падающие на него меньшие тела в разных направлениях. И чем ближе к нему пролетает по касательной траектории малое тело, тем дальше и с большей скоростью оно выбрасывается. Так за пределами планетной системы может оказаться огромное количество объектов разного состава – от пылевых частиц до тел астероидного размера. Важно подчеркнуть, что межзвездная пыль в Солнечной системе уже давно идентифицируется наблюдательными методами [8, 11]. По разным оценкам (например, [4, 12, 13]), до  $10^4$  таких межзвездных тел с размерами U1 уже находятся в пределах нашей планетной системы до орбиты Нептуна. Каждому из них потребуется  $\sim 10$  лет для того чтобы пересечь внутреннюю область Солнечной системы и возвратиться в межзвездное пространство. Обнаружительные возможности наблюдательной техники сейчас как раз достигли такого уровня, что, по-видимому, в ближайшее время во внутренней Солнечной системе будут открыты новые «межзвездные визитеры».

Проблема странной вытянутой формы U1, по-видимому, связана с предыдущей. По этому поводу похожие идеи высказывались в нескольких последних публикациях о межзвездном астероиде. В общем виде предполагаемую последовательность событий можно представить следующим образом. U1 мог образоваться из более крупного родительского тела (но допланетных размеров), которое было вначале выброшено растущей планетой-гигантом на орбиту, направленную к центральной звезде. После очень близкого прохождения у звезды (в пределах ее полости Роша), это

родительское тело, вероятно, было разорвано на фрагменты, которые, к тому же, были разогреты до пластического состояния. И наконец, приливные силы со стороны звезды придали этим фрагментам вытянутую форму и заставили двигаться с критическими скоростями по гиперболическим орбитам, уводящим эти более мелкие тела за пределы данной планетной системы. Очевидно, из представленного сценария следует (если он близок к реальности), что U1 состоит из прочного высокотемпературного вещества, представляющего собой смесь горных пород и металлов.

Таким образом, попадание экзопланетных объектов в околоземное пространство до этого казалось нереальным или крайне маловероятным. Но обнаружение межзвездного астероида Оумуамуа продемонстрировало возможность дистанционного изучения и даже потенциальной доставки на Землю конденсированного вещества других планетных систем для изучения в лабораторных условиях.

#### Литература

1. Meech K.J., Weryk R., Micheli M. et al. (2017), Nature, v. 552, p. 378–381.
2. Bolin B.T., Weaver H.A., Fernandez Y.L. et al. (2018), Astrophys. J., v. 852, L2.
3. Fraser W.C., Pravec P., Fitzsimmons A. et al. (2018), Nature Astronomy, v. 2, 383–386.
4. Jewitt D., Luu J., Rajagopal J. et al. (2017), Astrophys. J., v. 850, L36.
5. Fitzsimmons A., Snodgrass C., Rozitis B. et al. (2018), Nature Astronomy, v. 2, p. 133–137.
6. Gaffey M.J., Bell J.F., Cruikshank D.P. (1989) In: Asteroids II (Eds. Binzel R.P. et al.), Tucson: Univ. of Arizona Press, p. 98–127.
7. Holland W.S., Greaves J.S., Zuckerman B. et al. (1998), Nature, v. 392, p. 788–791.
8. Baggaley, W.J. (2000) J. Geophys. Res., v. 105, p. 10353–10362.
9. Morales F.Y., Bryden G., Werner M.W., Stapelfeldt K.R. (2016), Astrophys. J., v. 831, 97.
10. Сафронов В. С. (1969), Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет / М.: Наука.
11. Mann I. (2010), Annual Revue Astron. & Astrophys., v. 48, p. 173–203.
12. Engelhardt T., Jedicke R., Vereš P. et al. (2017), Astron. J., v. 153, 133.
13. Do A., Tucker M.A., Tonry J. (2018) Astrophys. J., v. 855, L10.



### **Как добываются астрономические знания**

#### **МАСШТАБЫ ЗВЕЗДНОГО МИРА**

**Михаил Юрьевич ШЕВЧЕНКО**

кандидат физико-математических наук, член Союза журналистов Москвы

История астрономии знает немало случаев, когда на решение той или иной проблемы ушли столетия или даже тысячелетия. Один из таких сюжетов, охватывающий почти 25 веков, – определение расстояний до звезд. Эта задача впервые появилась в период создания первых моделей

устройства мироздания. Родина таких моделей – Древняя Греция. Интересно, что гораздо более древняя астрономия Китая, Египта и Месопотамии практически не содержала в повестке дня подобных вопросов. Даже сравнительно развитая вавилонская математическая астрономия, разработавшая сложные модели планетных движений, рассматривала поле своей деятельности – небосвод – в качестве двумерного сферического экрана, на котором и разворачивались все интересные и значимые события.

## Первые оценки

Наиболее ранняя из известных нам попыток построения системы мира на основе рациональных предпосылок принадлежит **Анаксимандру из Милета** (610 – ок. 540 до н.э.). Традиционно считается, что он установил в Спарте солнечные часы в виде вертикального стержня (гномона), тень которого отбрасывалась на вычерченный на горизонтальной плоскости циферблат. С их помощью он определял не только время, но и дни равноденствий и солнцестояний. По Анаксимандру Земля представляет собой цилиндр с отношением высоты к диаметру как 1:3, напоминая современную хоккейную шайбу или барабан. Она висит неподвижно в центре сферического мира без опоры, а небесные тела движутся вокруг нее и днем, и ночью по окружностям.

Более ранние космологические представления допускали движение светил только по дневному небу. Анаксимандр придал небесному миру третью координату, разместив светила на разных расстояниях. Солнце кружило вокруг Земли на расстоянии 27 её диаметров, круг Луны находился в полтора раза ближе – 18 диаметров, а на расстоянии 9 диаметров Земли ученый разместил... звезды!

Интересно, что Анаксимандр не был одинок в своем заблуждении. С таким же порядком светил соглашался ученик Демокрита **Метродор Хиосский** (IV в. до н.э.), этот порядок также соответствовал представлениям древних иранцев. На другом конце света народ майя помещал звезды сразу после Луны, ближе Солнца и Венеры.

Некоторые современные специалисты считают, что Анаксимандр находился под влиянием древнеиранских мифологических представлений, согласно которым расстояние до первого круга составляло 34 тысяч парасангов. С другой стороны, самое раннее упоминание размеров Земли принадлежит **Аристотелю** (384–322 до н.э.). Он дает значение для длины земного экватора – 400 тыс. стадий, то есть диаметр Земли равен примерно 127 тыс. стадий. Соответственно до сферы звезд в девять раз больше, а именно 1,15 млн стадий. Сколько же это в привычных нам километрах? Кстати, в дальнейшем все расстояния для удобства восприятия будут указываться именно в километрах.

Для ответа на этот вопрос необходимо сделать небольшое метрическое отступление. Парасанг (или фарсах) – древняя мера длины, используемая в Египте, Персии, а позднее и в Средней Азии, расстояние, которое проходит караван от одного привала до другого. В зависимости от скорости движения каравана, рельефа местности, погодных условий эти переходы могли заметно отличаться. В разные эпохи и в разных регионах использовались различные числовые величины, которые могли отличаться вдвое. Мы возьмем среднее значение – 6 км.

Стадий появился в Вавилоне, широко использовался в Греции и в Римской империи. Классическое определение длины стадия предполагало расстояние, которое проходит человек обычным шагом за время, пока Солнце восходит – от касания горизонта верхним его краем до касания нижним. Ясно, что здесь также имеется большая неопределенность, связанная с длиной шага, скоростью ходьбы и временем восхода Солнца. Поэтому длина стадия колеблется в разных

источниках от 160 до 230 м. К сожалению, уже астрономы стран ислама не знали, какими именно стадиями пользовались античные астрономы, проводившие измерения размеров Земли. Для данного расчета мы используем греческий стадий, равный 178 м. Понятно, что приводимые ниже расстояния являются лишь весьма приблизительной оценкой.

Возвращаясь к вопросу о расстоянии до звезд в системе мира Анаксимандра, мы получаем любопытный результат, используя два независимых источника. Оказывается, оба значения почти совпадают и равны примерно

***200 тыс. км.***

Итак, мы получили очень приблизительную, но всё же некую исходную оценку представления наших далеких предков о расстоянии до звезд. Предполагалось, что звезды находятся почти в два раза ближе известного нам радиуса лунной орбиты. Вот какой тесной по нашим меркам представлялась Вселенная в те времена!

В IV в. до н.э. Аристотель построил систему мира, благополучно просуществовавшую до XVI в. В этой системе в центре располагается шарообразная Земля, а вокруг нее по кругам обращаются последовательно Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн. За орбитой Сатурна на привычном для нас месте находится сфера неподвижных звезд.

Как далеко она отстоит от Земли? К сожалению, Аристотель ничего об этом не написал, но живший веком позже **Архимед** (287–212 до н.э.) сделал кое-какие расчеты. Они дошли до нас через христианского автора **Ипполита** (ок.170 – ок.235), широко цитирующего не дошедшую до нас работу Архимеда. В ней Архимед приводил расстояния до Солнца и планет, а также до сферы неподвижных звезд. По его данным это примерно

***40 миллионов км.***

Известно, что Архимед написал ещё одну работу, – математическую, где он предпринял попытку оценить расстояние до звезд, исходя из неаристотелевской картины мира. Эта работа называется «Псаммит» (Исчисление песчинок) и представляет собой некую математическую игру ума. Она не только дошла до нас, но и переведена на русский язык. В ней автор ставит задачу высчитать, сколько песчинок понадобится, чтобы целиком заполнить песком всю Вселенную. Желая поразить читателя грандиозностью получаемого им числа, он берет максимальные размеры Космоса, предполагая, что мир устроен, как его представлял себе его старший современник **Аристарх Самосский** (310–230 до н.э.). Именно от Архимеда мы узнаем, что, согласно Аристарху, «неподвижные звезды и Солнце находятся в покое, а Земля обращается вокруг Солнца». Понимая, что движение Земли вокруг Солнца должно, как следствие, приводить к изменению положений звезд в течение года, то есть к параллактическому смещению, Аристарх Самосский предполагает: размеры земной орбиты ничтожны по сравнению с расстоянием до сферы звезд, поэтому мы не видим никаких изменений на звездном небе в течение года.

Архимед использует аргументацию Аристарха и допускает следующее: радиус Земли так относится к расстоянию до Солнца, как это расстояние относится к дальности сферы неподвижных звезд. Согласно Архимеду, до Солнца 10 000 радиусов Земли, а этот радиус составляет 500 000 стадий. Используя приведенное соотношение, несложно вычислить расстояние до звезд в модели Аристарха. Получается около

***10 триллионов км.***

Это весьма искусственная величина, но она всего в четыре раза меньше расстояния до ближайшей к нам звезды – Проксимы в системе  $\alpha$  Центавра. Как удивительно близко оказался результат Архимеда

к действительности по сравнению с предыдущими оценками! И всё же он меньше реального даже при использовании заведомо завышенных для той эпохи исходных параметров.

Трудно представить себе иного такого астронома, который оказал бы столь основательное влияние на развитие астрономии на протяжении последующих полутора тысяч лет. **Клавдий Птолемей** (ок. 100 – ок. 165 до н.э.) в своем фундаментальном труде «Альмагест» обобщил все достижения античной астрономии, построил модели движения всех семи блуждающих светил, создал каталог координат более тысячи звезд, определил основные астрономические постоянные. Однако вопрос расстояния сферы неподвижных звезд его, видимо, не очень интересовал, и в «Альмагесте» нет ни слова о нем. Но в более поздней работе «Планетные гипотезы» Птолемей приводит числовое значение:

***100 миллионов км.***

За прошедшие семь столетий от Анаксимандра до Птолемея не появилось никаких новых наблюдательных данных, но мысль развивалась в сторону представлений о всё более обширной Вселенной.

Античной астрономии принадлежит ряд удивительных провидческих идей: Земля обращается вокруг Солнца, Млечном Путь – гигантское скопище близко расположенных звезд, Солнце состоит из раскаленного вещества, метеориты – камни, прилетающие из Космоса. В этом же ряду стоит и мнение **Гемини** (I в. до н.э.) о расположении звезд в пространстве. В учебнике по астрономии «Введение в явления» он пишет: «Наивысшей из всех является сфера неподвижных звезд... Не все звезды предполагаются лежащими на одной поверхности, но одни находятся выше, а другие ниже; однако для зрения они представляются находящимися на равном удалении, так что различие их высот оказывается неощутимым». Так случилось, что эти идеи были надолго забыты, а касательно звезд восторжествовали представления, близкие к воззрениям **Эмпедокла** (ок. 490 до н.э. – ок. 430 до н.э.), утверждавшего, что «неподвижные звезды прикреплены к хрустальному своду».

### **Новые приоритеты**

В Средние века астрономия получила наибольшее развитие в странах ислама, однако ученые той эпохи были увлечены, в основном, моделированием движений планет, усовершенствованием птолемеевой системы мира. Вопрос о расстоянии до сферы звезд располагался в конце списка актуальных задач, и астрономы в определении масштабов мира просто следовали за Птолемеем. Однако есть один случай, который можно выделить как попытку сделать самостоятельную оценку.

Речь идёт об **Абу Райхане аль-Бируни** (973-1048), учёном-энциклопедисте, посвятившем астрономии почти полсотни сочинений. Среди них интереснейшая книга, написанная доступным языком популярная астрономия, под названием «Книга вразумления начаткам науки о звездах». Она построена в виде вопросов и ответов, всего их более пятисот. Среди прочих, есть вопрос о самых дальних космических расстояниях. Бируни приводит значение

***140 миллионов км***

и добавляет, что расстояния «приведены согласно данным Птолемея и нашему уточнению их». Что именно он уточнил, ученый не разъясняет. Мы знаем, что он самостоятельно измерил радиус Земли, и его результат очень близок к современному, в то время как Птолемей пользовался величиной, которая меньше действительной примерно на 20%. Поскольку в основе звездных расстояний лежали размеры Земли, то эта разница наверняка была одной из основных причин отличия расстояния до сферы неподвижных звезд у Птолемея и Бируни.



В таком виде представления о расстоянии до сферы звезд дошли до XVI века. Кстати, два ярчайших астронома этого века – **Николай Коперник** (1473–1543) и **Тихо Браге** (1546–1601) – по-прежнему, вслед за греками, считали, что звезды находятся на твердой сфере.

В модели мира Птолемея звезды находились дальше от Земли, чем Сатурн, всего примерно на 20%. Коперник, поместив в центр системы мира Солнце, не хуже Аристарха Самосского понимал, какие наблюдательные последствия при этом возникают. Вот как он писал в «О вращении небесных сфер»:

*«Нам не стыдно признать, что весь этот подлунный мир и центр Земли движутся по кругу между другими планетами, заканчивая свое обращение вокруг Солнца в один год, и что около Солнца находится центр мира. Величина же мира является столь большой, что хотя расстояние от Земли до Солнца и имеет достаточно заметную величину по отношению к размерам любых планетных орбит, оно по сравнению со сферой неподвижных звезд не будет заметным».*

Спустя восемнадцать веков он повторил мысль Аристарха. Но в отличие от грека, который просто высказал догадку, Коперник построил работающую гелиоцентрическую модель. И теперь она требовала верификации. На повестку дня встал вопрос, который в течение последующих трех столетий не давал покоя ведущим астрономам: чему равен годичный параллакс звезд?

На тот момент измерение параллакса считалось единственным возможным экспериментальным подтверждением правильности гелиоцентрической модели планетных движений. Коперник никогда не отличался высокими качествами наблюдателя. Да и его инструментарий оставлял желать лучшего. Он предпринял попытку обнаружения звездного параллакса, измеряя эклиптическую широту избранных звезд с интервалом в полгода, но потерпел фиаско. Отсюда он и сделал справедливый вывод о соотношении расстояния Земли до Солнца и звезд. Но этот вывод носил качественный характер.

Вслед за Коперником пришел непревзойденный наблюдатель дотелескопической эпохи Тихо Браге, который поднял точность наблюдений положений звезд по сравнению со всеми предшественниками на порядок и более. Ошибка координат звезд в его каталоге не превышала 1 минуты дуги, в то время как случайные ошибки каталогов Птолемея и Улугбека составляли около 20 угловых минут. Браге с большим почтением относился к Копернику и его работе. Он вполне допускал возможность обращения планет вокруг Солнца и предпринял специальные наблюдения для выявления звездных параллаксов. Результат оказался отрицательным. Что же это означало? При его точности наблюдений получалось, что минимальное расстояние, на котором должны находиться звезды, чтобы параллакс не проявлялся, составляет приблизительно

**50 миллиардов км.**

Это в 500 раз дальше, чем у Птолемея! Получалось, что за орбитой Сатурна находится какое-то невообразимо большое пустое пространство, которое совершенно не вязалось с господствовавшими в то время аристотелевскими представлениями. Его совершенный надлунный мир, состоящий из пятого невесомого элемента, не терпел пустоты! Вот как Тихо Браге рассуждал в письме от 24 ноября 1589 г. своему младшему коллеге **Христофу Ротману** (1560–1600):

*«Если допустить годовое движение Земли, то пришлось бы отодвинуть сферу неподвижных звезд в такую даль, чтобы описываемая Землёю орбита была по сравнению с этим расстоянием ничтожно мала... К тому же это пространство должно быть лишённым звезд. А между тем... годичный путь Земли, рассматриваемый с неподвижных звезд, составляет по величине одну минуту. Но тогда звезды третьей величины, видимый диаметр которых равен одной минуте, должны были бы иметь размеры земной орбиты».*

Этого Браге никак не мог допустить: гигантское пустое пространство между Сатурном и сферой звезд и невообразимые размеры самих звезд (он ошибочно полагал, что разница в блеске звезд просто связана с их линейными размерами, и по его измерениям угловой диаметр звезд третьей величины, как он пишет, равен одной минуте дуги). Вот бы Тихо Браге удивился, если бы узнал, какого размера достигают красные гиганты, такие как, например, Бетельгейзе, которая более чем вчетверо превосходит размеры орбиты Земли!

Поэтому Браге создал свою гибридную модель мира: все планеты обращаются вокруг Солнца, а Солнце и Луна всё же движутся вокруг неподвижной Земли. Таким образом он сохранил компактность своей Вселенной. По его измерениям до звезд

**90 миллионов км.**

Это даже немного меньше, чем у Птолемея....

Модель Браге имела определенный успех в первой половине XVII в. особенно среди астрономов-иезуитов, которые, с одной стороны, доверяли телескопическим наблюдениям, – например тому, как Венера меняет свои фазы (характер их смены однозначно свидетельствовал об обращении Венеры вокруг Солнца), – а, с другой стороны, по идеологическим соображениям никак не могли признать гелиоцентризм.

Однако некоторые ученые изначально были сторонниками идеи центрального положения Солнца и движения вокруг него Земли и других планет. В их числе был уже упомянутый Ротман. Наиболее пламенным и последовательными адептом модели Коперника стал **Галилео Галилей** (1564–1642). Все свои основные телескопические открытия – горы на Луне, спутники Юпитера, фазы Венеры, пятна на Солнце, – весь свой научный авторитет, полемический и ораторский дар, светские связи он использовал для доказательства истинности гелиоцентрической модели мира. В частности, понимая принципиальную важность измерения параллакса звезд, он предложил метод его определения, с помощью которого два столетия спустя этот ничтожный небесный угол был, наконец, измерен. Метод основан на допущении Галилея, вслед за Геминиом, о разном расстоянии до звезд. В «Диалоге о двух системах мира» он писал:

*«Я не думаю, что звезды рассеяны по сферической поверхности и равно удалены от центра, и считаю, что их расстояния от нас настолько различны, что одни звезды могут быть в два или три раза больше удалены, чем некоторые другие, так что, если бы нашлась посредством телескопа какая-нибудь очень маленькая звезда совсем близко от одной из более крупных, то может случиться, что в их расположении и произойдет какое-нибудь осязтимое изменение».*

Этот метод определения звездного параллакса, получивший название относительного (или дифференциального), имеет много преимуществ по сравнению с методом абсолютным, когда на протяжении года многократно измеряются координаты избранной звезды. Прежде всего, отсутствием всевозможных ошибок, присущих абсолютным наблюдениям. Но первые попытки были основаны на прямом измерении координат.

### **Параллактический марафон**

Первым пытался использовать телескоп для измерения звездного параллакса **Роберт Гук** (1635–1703) – человек широчайших научных интересов, непревзойденный мастер научных экспериментов. Он выбрал для наблюдений звезду  $\gamma$  Дракона, так как она кульминировала практически точно в зените на широте Грешем-колледжа в Лондоне. Точка зенита отличается от всех остальных точек небесной сферы тем, что в ней астрономическая рефракция, искажающая положения светил на небосводе, строго равна нулю. Так Гук пытался устранить из своих абсолютных наблюдений большую неопределенность, связанную с погодными условиями (атмосферная рефракция зависит,

прежде всего, от температуры и давления), а также с незнанием точного закона изменения рефракции по мере увеличения высоты светила над горизонтом.

$\gamma$  Дракона, или Элтанин, – звезда, игравшая заметную роль в истории древних цивилизаций, например, в египетской религии и мифологии. В некоторых частях света считалось дурным предзнаменованием, когда вблизи неё проходила комета. Элтанин внес свой вклад и в науку, так как его наблюдения привели к фундаментальным открытиям в астрономии.

Астрономы научились склеивать линзы с разными преломляющими свойствами для устранения окрашиваемости изображения лишь столетие спустя после работы Гука. А в 1669 г., когда он приступил к наблюдениям, в его распоряжении был однолинзовый объектив со всеми его недостатками. Правда, астрономы к тому времени уже знали, что удлинение фокуса линзы приводит к смягчению эффекта окрашиваемости изображения. Так, **Ян Гевелий** (1611–1687) построил в Гданьске огромный телескоп с полый трубой длиной почти 45 м! Уклоняясь от рефракции, Гук сталкивался с другой проблемой: в течение всех месяцев наблюдений его инструмент должен был находиться в неизменном вертикальном состоянии, не подверженный никаким внешним воздействиям. Ученый вмонтировал объектив своего уникального телескопа в крышу собственного дома, а внизу, в комнате, на расстоянии 12 м приспособил окулярную часть (рис.1). Получилась достаточно жесткая конструкция, несмотря на отсутствие несущей трубы. К сожалению, Гук смог сделать только четыре измерения, так как случилось непредвиденное: объектив разбился.

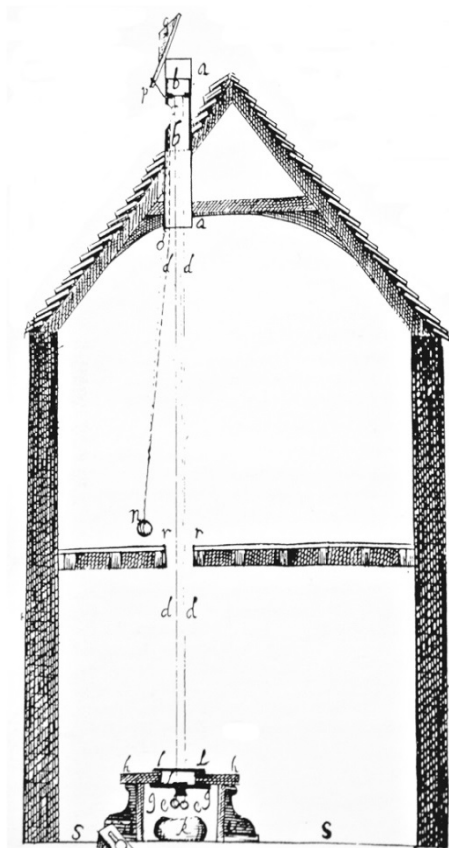


Рис.1. Телескоп Гука.

Однако задача определения звездного параллакса не давала покоя английским астрономам, и есть информация, что они вынашивали наполеоновские планы: установить на крыше собора Святого

Павла, самом высоком здании в Лондоне, объектив с длинным фокусом и, наконец, провести годичный цикл наблюдений  $\gamma$  Дракона. Но **Исаак Ньютон** (1642–1727) этот проект «положил под сукно», и у него для этого были веские основания.

Метод тригонометрического параллакса – не единственное средство определения расстояний для звезд. Можно было подойти к решению этой проблемы с совершенно другой стороны, что и пытались сделать **Христиан Гюйгенс** (1629–1695), **Джеймс Грегори** (1638–1675) и Ньютон. Ещё **Рене Декарт** (1596–1650) заявлял, что Солнце – это такая же звезда, как и тысячи других, только очень близко к нам расположенная. И разница в блеске звезд обусловлена только их различным расстоянием до Земли. В первом приближении можно допустить, что все звезды имеют одинаковую природу и равные размеры. Кстати, именно так и считали в те времена.

Известно, что свет убывает обратно пропорционально квадрату расстояния: в два раза дальше, в четыре раза слабее и т.д. Если допустить, что более нет никаких факторов, влияющих на ослабление света, то задача сводится к измерению разницы в видимом блеске Солнца и, например, ярчайшей звезды Сириуса. Правда, эта задача, легко формулируемая на бумаге, весьма сложна на практике. Как сравнить блеск светил, которые не видны на небе одновременно? Как измерить блеск Солнца? Гюйгенс проделывал маленькие отверстия в непрозрачном экране, пропуская через них лишь малую часть света Солнца, пытаясь довести его уровень до блеска Сириуса. Однако Солнце такое яркое, что необходимое крошечное отверстие просто было нереально сделать практически. Грегори решил сначала сравнить Солнце с Венерой, хорошо видимой днем, а уже потом, после захода Солнца сопоставить блеск Венеры и Сириуса. Он получил расстояние до Сириуса, равное

***12 триллионов км.***

Это практически та самая Вселенная Архимеда, которую он заполнил песчинками.

У Ньютона получилось ещё больше. Иначе говоря, фотометрический метод, единожды примененный, сразу дал результат по порядку величины близкий к реальным расстояниям до звезд (но всё же реальное расстояние до Сириуса оказалось примерно в семь раз больше сделанных оценок). Теперь понятно, почему Ньютон воспрепятствовал амбициозному проекту установки телескопа на соборе Святого Павла. Он прекрасно понимал, что параллактическое смещение звезд находилось далеко за пределами возможностей современных ему инструментов.

Фотометрия требовала проверки со стороны тригонометрии. Полвека спустя после неудачной попытки Гука, за  $\gamma$  Дракона с новыми силами взялись два специалиста – обеспеченный любитель **Самуэль Молине** (1689–1728) и профессионал высокого класса **Джеймс Брайлей** (1692–1762), будущий директор Гринвичской обсерватории. За это время астрономическая индустрия шагнула далеко вперед. Молине заказал специальный инструмент для зенитных наблюдений, точность измерений которого оказалась на уровне 2". И вот результат: наблюдения, начатые в декабре 1725 г. показали регулярное изменение положения избранной звезды.  $\gamma$  Дракона за год описала эллипс с большой полуосью 20 угловых секунд, но вот незадача! Это никак не могло быть смещением параллактическим, так как максимумы отклонений звезды от её среднего положения происходили со сдвигом в три месяца.

Ученые терялись в догадках. Может, всё-таки причиной этих странных отклонений является рефракция, рассуждали они, из-за того, что атмосфера Земли, предположительно, не имеет точной сферической формы? Брайлей решил заказать новый инструмент, способный измерять положения звезд вокруг зенита на расстоянии нескольких градусов, и провести контрольные измерения других звезд (рис.2). Сделанные новые ряды наблюдений продемонстрировали, что все звезды ведут себя подобно  $\gamma$  Дракона, причем их периодические изменения были тем меньше, чем ближе к эклиптике

они располагались. В 1728 г. Брайден объяснил эти изменения существованием в природе совершенно нового явления – абберации света, – связанного с тем, что скорость света конечна, а звезды мы наблюдаем с движущейся Земли, скорость которой приходится учитывать, немного отклоняя телескоп в направлении движения нашей планеты. Несколько лет спустя, продолжая обработку своих наблюдений Элтанина, Брайден обнаружил ещё одно новое явление – нутацию (незначительно возмущающее движение земной оси).

Открытие абберации света оказалось ещё и неожиданным экспериментальным подтверждением движения Земли по орбите вокруг Солнца, и в этом смысле определение годичного параллакса утратило свою актуальность. Впрочем, к середине XVIII в. уже практически не осталось поборников геоцентризма, и измерение параллакса звезд стало самоцелью, вызовом астрономической практике.

Брайден оснастил Гринвичскую обсерваторию лучшими инструментами. Он довёл точность измерений координат звезд до 1 секунды дуги, но параллакс так и не поддавался. Поэтому он пришел к выводу, что годичный параллакс меньше 1", а значит звезды находятся на расстоянии, как минимум

***60 триллионов км.***



Рис.2. Зенитный телескоп Брайдена.

В конце XVIII в. эта задача привлекла внимание **Вильяма Гершеля** (1738–1822), музыканта и любителя астрономии, который освоил массовое производство высококачественных объективов для телескопов-рефлекторов и стал лучшим наблюдателем своего времени. В 1785 г. он попытался измерить звездный параллакс относительным методом, сравнивая положения близко расположенных яркой и гораздо более слабой звезд. Параллакс от него ускользнул, но он обнаружил, что во Вселенной существуют физически двойные звезды, движение которых вокруг общего центра масс можно наблюдать.

В последующие десятилетия параллакс не давался и другим астрономам. Среди них такие опытные специалисты, как **Джузеппе Пиаци** (1746–1826), **Никола Лакайль** (1713–1762), **Франсуа Араго** (1786–1853). Агнесса Кларк, автор «Общедоступной истории астрономии в XIX столетии» писала об этом времени: «Известия об открытии заметных параллаксов стали появляться так часто, что каждое такое новое “открытие” уже вперед казалось астрономам подозрительным, – раньше даже, чем можно было на самом деле проверить и окончательно принять или опровергнуть».

Совсем курьезный случай произошел с ирландским королевским астрономом **Джоном Бринкли** (1767–1835). В 1810 г. он заявил, что измерил параллакс Веги, который равен 2,5 угловым секундам. Спустя четыре года он сообщил о сходных результатах для ещё нескольких звезд. Несмотря на скептическое отношение к этим результатам английского королевского астронома **Джона Понда** (1767–1836), Лондонское королевское общество признало измерения Бринкли достоверными, и в 1824 г. ему была присуждена престижная награда, вручаемая ежегодно (до сих пор) за самое выдающееся открытие в науке – медаль Копли. Но «выдающееся открытие» не подтвердилось, о чем свидетельствовала тщательная проверочная работа Понда, а также исследования **Вильгельма Струве** (1793–1864), которые со всей ясностью, вслед за Брадлеем, продемонстрировали, что звездный параллакс не может превышать 1 угловую секунду.

В такой атмосфере недоверия и развивались последующие события, но в конечном счете всё же приведшие к успеху.

#### «Лот достигает дна»

Стало очевидно, что для измерения годичного параллакса нужны более тонкие инструменты. Решающую роль в успешном завершении параллактического марафона сыграл **Йозеф Фраунгофер** (1787–1826), сын бедного стекольщика, чудом выживший в возрасте 14 лет во время обрушения дома. Стекло стало средой обитания Фраунгофера, он вывел астрономическое приборостроение на новый качественный уровень, благодаря нескольким нововведениям.

Прежде всего, он научился варить чистейшее оптическое стекло для объективов линзовых телескопов. Его инструменты располагались на экваториальной монтировке, одна ось которой была направлена на полюс мира, что позволяло после наведения на цель просто равномерно вращать телескоп вслед за суточным движением небосвода. Для такого вращения использовался часовой механизм. Это, во-первых, позволяло проводить наблюдения звезд не только во время их прохождения через небесный меридиан, но и в любом другом участке неба. Во-вторых, часовой механизм освобождал руки астронома, и он мог проводить тщательные измерения в поле зрения телескопа. А для этого Фраунгофер сконструировал высокоточный микрометр с сеткой подвижных нитей, приводимых в движение специальным винтом, обороты которого можно было переводить в

секунды дуги на небе. Это открывало возможность эффективного применения дифференциального метода определения годичного параллакса, предложенного Галилеем.

Первые инструменты, сделанные Фраунгофером, были куплены астрономами, внесшими основной вклад в решение проблемы расстояния до звезд – **Вильгельмом Струве** и **Фридрихом Бесселем** (1784–1846).

Струве родился в семье директора гимназии, математика. Учился в Дерптском университете, затем остался там работать в обсерватории, в 1819 г. стал её директором и за несколько лет превратил её из провинциального учреждения в один из ведущих астрономических центров Европы. В 1824 г. Струве установил в обсерватории самый большой на тот момент рефрактор с объективом диаметром 24 см (рис.3), и со всеми усовершенствованиями Фраунгофера: непревзойденный по оптическим свойствам объектив-ахромат, экваториальная монтировка с часовым механизмом, высокоточный нитяной микрометр, высокое качество всех металлических деталей. Первоначально он использовал этот инструмент для изучения двойных звезд. За фундаментальные работы в этой области Лондонское астрономическое общество удостоило его в 1826 г. золотой медали. В 1835 г., Струве обратился к проблеме звездного параллакса. Его выбор пал на  $\alpha$  Лиры. В то время астрономы исходили из двух основных критериев при выборе звезды для параллактических наблюдений: её блеск и собственное движение.

Астрономы тогда ещё не представляли себе, насколько может отличаться блеск двух звезд, и полагали, что чем ярче звезда, тем она ближе к нам, а следовательно, у нее должен быть измеримый параллакс. Вторым критерием – собственное движение. Ещё **Эдмонд Галлей** (1656–1742) в 1718 г. установил, что звезды нельзя, как это делалось на протяжении многих веков, называть неподвижными, так как они на самом деле перемещаются по небесной сфере друг относительно друга, что является отражением их движений в пространстве. Правда, это движение очень невелико. Основываясь на предположении о том, что линейные скорости звезд в пространстве примерно одинаковые, можно установить простую закономерность: чем больше собственное движение звезды, тем она ближе к Земле.

Струве отдал предпочтение первому критерию. Вега – одна из ярчайших звезд и около неё всего в 43" располагается слабая звездочка 10 звездной величины (поскольку она в 10 тысяч слабее Веги, то её можно считать заведомо расположенной гораздо дальше, а значит с практически нулевым параллаксом), удобная для измерений нитяным микрометром. Последнее имело важное значение, так как поле зрения у дерптского рефрактора было небольшое и, например, звезда  $\beta$  Лебеда вместе с ближайшей опорной звездой в него одновременно не помещались.



Рис.3. Рефрактор Фраунгофера Дерптской обсерватории.

В начале ноября 1835 г. Струве приступил к наблюдениям, но сделав всего пять измерений в декабре, переключился на другие дела. Много времени у него отнимала громадная работа по строительству Пулковской обсерватории. Только в июне 1836 г. он возобновил работу и до декабря произвел еще 12 измерений. Ученый понимал, что выполненная им серия может рассматриваться только как предварительная: наблюдений оказалось мало, и они очень неравномерно покрывали годовой период. Кроме того, позднее он выявил изъяны в методике измерений и в последующем наблюдал несколько иначе. Он вывел из 17 наблюдений параллакс, который получился равным  $0,125''$  с ошибкой  $0,055''$ . Сам Струве так оценил свою работу в письме министру народного просвещения С. С. Уварову в феврале 1837 г.:

*«Это весьма важный результат. Он доказывает, что параллакс во всяком случае составляет только малую дробь секунды... Подтверждение этого можно ожидать от последующих наблюдений, до этого времени я ещё не могу почесть эту величину совершенно несомненною; но... надеюсь года через два до этого стеснить границу погрешности параллакса  $\alpha$  в Лире, что с*



*определенностью узнаю, действительно ли она составляет 1/8 секунды, или в какой-то мере её можно почесть близкой к нулю».*

Струве никогда не рассматривал это результат как вполне достоверный, а лишь указывающий на малость параллакса, – значительно меньше секунды дуги. Важным итогом проведенной работы ученый считал принципиальную возможность использования имеющегося в его распоряжении инструментария для измерения столь малых величин.

Вдохновленный предварительным результатом, Струве предпринял в период с февраля 1837 г. по август 1838 г. новую серию из 79 наблюдений, более равномерно покрывающих весь годовой цикл. Объединив все результаты измерений, полученные за три года, ученый публикует в сентябре 1839 г. новую величину параллакса:  $0,261''$  с ошибкой  $0,025''$ . Именно этот результат, хотя он и превышал в два раза предварительный, Струве считал достоверным и никогда более не ссылался на своё первое определение параллакса, рассматривая его в какой-то мере случайной величиной. Даже когда его сотрудник **Христиан Петерс** (1806–1880) на более точных пулковских инструментах вновь измерил в 1840-х гг. параллакс Веги и получил значение, очень близкое к его первому определению ( $0,103''$ ), Струве в «Этюдах звездной астрономии» написал: «Разница (с окончательно принятой им величиной – М.Ш) в  $0,158''$  не так велика, чтобы её нельзя было объяснить... вероятными ошибками».

Таким образом, сам Струве, а также его современники, в качестве окончательного рассматривали только результат, опубликованный во второй половине 1839 г. Однако за полгода до этого своё веское слово сказал коллега и друг Струве – Фридрих Бессель.

Бессель родился в семье чиновника городской администрации, свои обширные знания в области математики и астрономии приобрел самостоятельно и уже в 25 лет стал профессором университета в Кёнигсберге, а также директором университетской обсерватории со дня её основания. Выполненные им астрометрические работы позволяют считать его одним из наиболее квалифицированных наблюдателей своего времени. Он, как и Струве, заботился об оснащении своей обсерватории лучшими инструментами, и осенью 1829 г. вступает в строй новый гелиометр Фраунгофера с объективом диаметром 16 см (рис.4).

Первоначально гелиометр – откуда и его название – предназначался для измерения углового диаметра Солнца, однако впоследствии астрономы убедились в его эффективности, конструкция инструмента изменилась, и он стал инструментом для универсальных высокоточных угломерных измерений. В исполнении Фраунгофера объектив гелиометра состоял из разрезанной строго пополам линзы, каждая из половинок которой могла перемещаться вдоль их общего диаметра. Смещение производилось чувствительным микрометрическим винтом, другой винт позволял поворачивать трубу вокруг оптической оси объектива (рис.5).

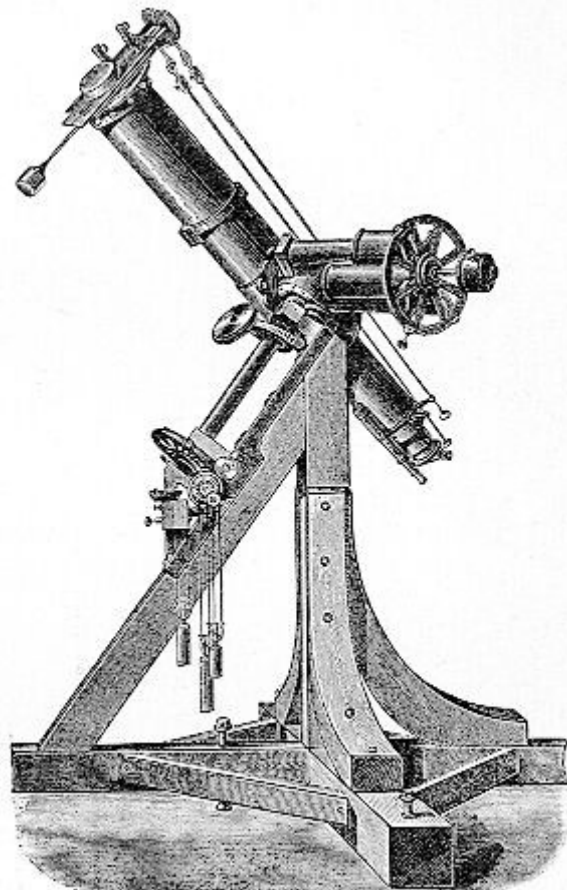


Рис.4. Гелиометр Фраунгофера Кёнигсбергской обсерватории.

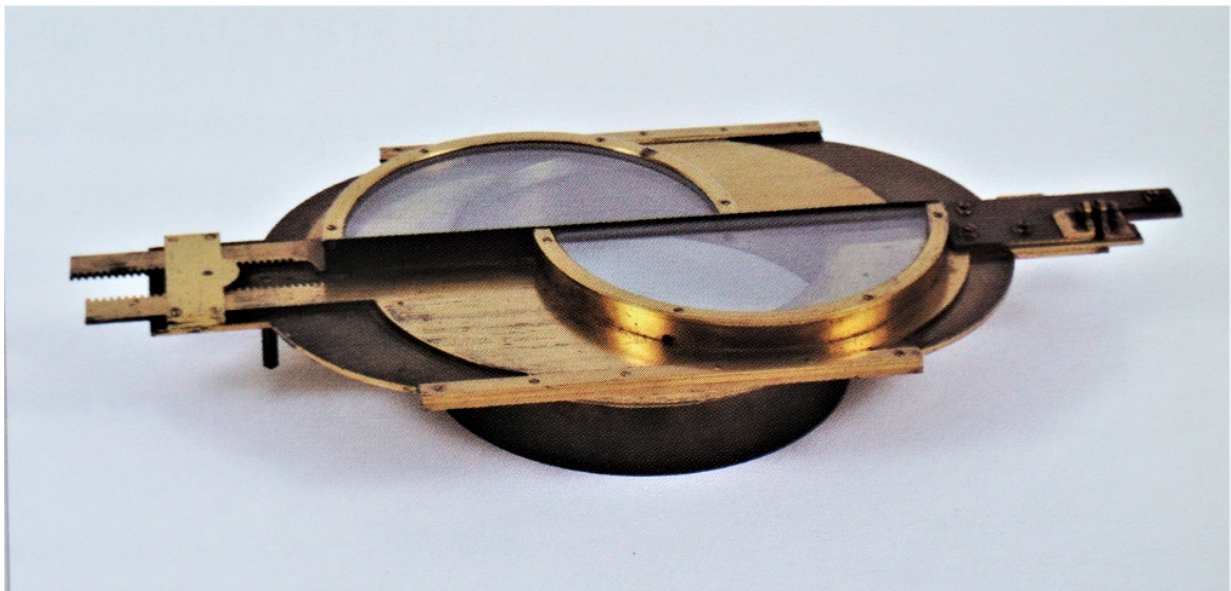


Рис.5. Объектив гелиометра XVIII века.

Наблюдения на этом инструменте сводились к следующему. Сначала вращением трубы воображаемая линия, соединяющая две искомые звезды, совмещалась с линией разреза объектива, а затем смещением двух половинок объектива друг относительно друга добивались соединения

изображений одной звезды от первой половинки с изображением другой звезды от второй части объектива. Линейное смещение двух полулинз переводилось в угловое расстояние между двумя звездами с точностью до  $0,05''$ .

Свои первые параллактические наблюдения Бессель начал в 1834 г. Его внимание привлекла звезда  $\beta$  Лебеда, так как, выбирая из двух основных критериев – блеск и собственное движение, – он отдал предпочтение второму. У этой малоприметной звезды оказалось большое собственное движение, превышающее  $5''$  в год. Кроме того, в поле зрения гелиометра можно было выбрать не одну, как у Струве, а две опорные звезды, что заметно повышало точность измерений. По ряду причин эти первые пробные наблюдения вскоре пришлось прервать, но ученый вынашивал планы их возобновления в полном объеме.

В середине августа 1837 г. Бессель получает от Струве сообщение о его первых измерениях параллакса, и буквально через неделю, воодушевленный работой коллеги, приступает, наконец, к самостоятельным наблюдениям, которые он закончил в октябре 1838 г. За год ученый выполнил 85 измерений угловых расстояний до одной опорной звезды и 98 до другой. Причем одно измерение получалось в результате усреднения измерений, сделанных в течение одной ночи, число которых составляло, как правило, от 10 до 16 в зависимости от условий наблюдений. Общий объем отдельных измерений приближался к трем тысячам. На основе этого наблюдательного массива Бессель вывел средний результат  $0,3136''$  с ошибкой  $0,0202''$  и опубликовал его в декабре 1838 г.

Двумя месяцами ранее он писал Джону Гершелю (1792–1871):

*«Так как средняя ошибка годового параллакса  $\beta$  Лебеда... не превышает  $1/15$  его вычисленной величины и так как сравнение показывает, что изменение параллактического эффекта, выявленного наблюдениями, соответствует теории с точностью, которую только стоит ожидать, учитывая малость самого эффекта, то нет больше оснований сомневаться в реальности параллакса».*

Переводя это значение в привычные нам меры, получаем

***90 триллионов км.***

В последующие два года Бессель, после того как разобрал на мельчайшие детали и прочистил гелиометр, предпринял новый, ещё более масштабный проект наблюдений и получил идентичный результат.

Третьим астрономом, который измерил параллакс в те же годы, был **Томас Гендерсон** (1798–1844). В начале 1830-х гг. он работал на мысе Доброй Надежды и проводил абсолютные измерения координат звезд с помощью меридианных инструментов, накопив за несколько лет обширные ряды наблюдений  $\alpha$  Центавра. Позднее он использовал эти данные для вычисления параллакса этой звезды, который получился равным примерно одной угловой секунде. Ощутимый разброс результатов долго не позволял Гендерсону рассматривать это значение в качестве достоверного, и только в январе 1839 г. он решился придать огласке свои расчеты.

Таким образом, на отрезке в два года три астронома заявили об измерении параллакса. Однако на фоне негативного опыта предыдущих лет и скандала с награждением Бринкли за несостоявшееся открытие, полученные результаты требовали независимой проверки. Лондонское королевское общество провело подробный анализ расчетов, учета инструментальных ошибок. Строгую проверку выдержала только работа Бесселя. Результаты исследований Струве, по словам Гершеля, при всей их большой важности и значимости, все же по ряду причин не могут быть незамедлительно приняты. Причем эта оценка относилась к работе, опубликованной в 1839 г. Примерно такими же словами он охарактеризовал и вклад Гендерсона.

Никаких сомнений в подлинности результатов Бесселя не было, поэтому именно он был удостоен в 1841 г. золотой медали Лондонского астрономического общества. Вручая премию, президент Общества Джон Гершель обратился к присутствующим:

*«Я поздравляю вас и себя с тем, что нам посчастливилось увидеть, как огромная и несокрушимая стена, стоявшая на нашем пути в звездную Вселенную, стена, которую мы подрывали так долго и так тщетно, была пробита почти одновременно в трех местах».*

### **Борьба за мнимый приоритет**

Следует отметить, что Струве и Бессель с большим уважением относились друг к другу и состояли в многолетней переписке. Между ними никогда не было спора или даже неясностей относительно приоритета в измерении параллакса. Струве не раз отмечал первенство Бесселя в этом вопросе. Бессель, в свою очередь, подчеркивал важную роль исследований, проделанных Струве.

Последняя страница истории параллактического марафона изложена в сотнях книг и статей, написанных на разных языках. С разным количеством деталей и акцентов, но именно так, как это сделано в данной статье. Однако проблема приоритета в измерении звездного параллакса неожиданно получила новое прочтение в Советском Союзе на рубеже 40-х – 50-х гг. прошлого века. И до сих пор в отечественной литературе можно прочитать, что Струве, а не Бессель, первым измерил расстояние до звезд. Что же произошло?

Обозначенный послевоенный период был отмечен борьбой с космополитизмом и насаждением советского патриотизма во всех сферах, в том числе и в науке. Поиск национальных приоритетов приобрел гипертрофированные формы. Автором закона сохранения и превращения энергии был назначен Ломоносов, а основоположником теории относительности – Лобачевский. Чуть ли не все открытия и изобретения в науке и технике были, оказывается, сделаны в Советской или, в крайнем случае, царской России. Не случайно в ту пору появилась знаменитая фраза: «Россия – родина слонов». Кто-то вполне искренне отдался поиску несправедливо забытых или игнорируемых западными учеными отечественных достижений. Но другие ради сиюминутной выгоды не гнушались идти на подлог и откровенные фальсификации. Историки техники и разных наук уже во многом разобрались со своими «слонами». Но некоторые «слоны» всё ещё бродят по страницам книг.

Гнетущая атмосфера тотального партийного контроля проявлялась повсюду, в том числе и при решении сугубо научных вопросов. **Д. Я. Мартынов** (1906–1989) вспоминал про второе космогоническое совещание в Москве (май 1952 г.):

*«... я мог наблюдать разные подводные течения противоположных направлений – Фесенков, Шайн, Амбарцумян, Воронцов-Вельяминов. Они держались осторожно, и все мы подсознательно ждали: вдруг под занавес будет объявлено о том, что та или иная теория одобрена Центральным Комитетом».*

Теперь партия решала, какая научная теория верна, а какая – нет. А вот что он пишет про киевскую конференцию по переменным звездам (июль 1949 г.):

*«Конференция проявила весьма острую идеологическую направленность в отношении и подчеркивании передовой роли русской и советской науки, а также в подчеркивании враждебных идеологий капиталистической науки». В рамках борьбы с «низкопоклонством перед заграницей» были запрещены не только публикации отечественных журналов на английском и любом ином*

языках, но даже и подстрочные переводы на английский язык названий статей в научных журналах, а также и резюме на иностранных языках».

От лексики, используемой в то время в научных журналах, сегодня просто оторопь берёт. Например, в статье «*Маразм буржуазной науки*» (Природа, 1952, №12) М.С. Эйгенсона читаем: «... беззастенчиво спекулируя на общественно-идеологической значимости астрономии, современные дипломированные лакеи поповщины пытаются оболгать материалистическое содержание науки и использовать изуродованную искаженную буржуазную науку для оболванивания обывателей».

Это было очень тяжелое время, когда за неверно сказанное слово можно было получить пять и более лет лагерей, откуда многие не возвращались. Не нам судить наших замечательных учёных. Но достоверность исторических фактов и причины их искажения мы вполне можем восстановить.

В 1938 г. в журнале «Природа» (№ 11-12) была опубликована статья В.Н. Петрова «Из истории определения расстояния до звезд (к столетию работ Бесселя)», в которой уже известная нам история была изложена знакомым нам образом. Какой бы учебник того времени мы не открыли, приоритет Бесселя нигде не оспаривается. Это, например, и «Курс практической астрономии» Б.А. Воронцова-Вельяминова (1940), и «Общая астрономия» В.Г. Фесенкова (1946), и «Курс звездной астрономии» П.П. Паренаго (1946).

В 1948 г. в «Трудах института истории естествознания» (т. II) **Б.А. Воронцов-Вельяминов** (1904–1994) опубликовал большой материал под названием «История астрономии в России в XIX столетии». Здесь он пишет:

*«Струве накапливал наблюдения... и в 1840 г. вывел из них параллакс Веги... Однако пока Струве производил свои измерения, Бессель успел измерить и в 1838 г. опубликовал параллакс звезды 61 Лебеда. Во всяком случае лот, брошенный в небесное пространство, впервые коснулся дна в умелых руках Бесселя и В. Струве».*

Позднее этот материал целиком и практически без изменений вошел в книгу того же автора «Очерки истории астрономии в России» (1956). Только процитированный фрагмент был переписан и теперь выглядел так:

*«...Струве свои измерения выполнил раньше, чем Бессель, и раньше опубликовал открытие. Благодаря работе Струве “лот, брошенный в бездны мироздания, впервые коснулся дна”».*

Что заставило автора переписать текст с точностью до наоборот? Новые архивные документы? Найденные ошибки у Бесселя? Нет. Просто обстановка того времени требовала любой ценой российских приоритетов, и они появились.

В 1952 г. пулковский астроном **А. Н. Дейч** (1899-1986) опубликовал в «Астрономическом журнале» (вып. 5) статью «Первое определение В.Я. Струве параллакса  $\alpha$  Лирь» и на одном из заседаний Комиссии по истории физико-математических наук АН СССР, посвященном «жизни и деятельности знаменитого русского астронома В.Я. Струве», выступил с одноименным докладом. Передергивая факты, вырывая их из исторического контекста, ссылаясь на ошибки в популярных книгах (при этом не упоминая специальные работы), Дейч представляет дело таким образом, что якобы была забыта первая работа Струве от 1837 г., где он приводит своё первое определение параллакса, на которое, как мы уже выяснили выше, сам Струве по понятным причинам позднее никогда не ссылался. Таким образом Дейч устанавливал приоритет Струве.

Эту эстафету подхватил **Н.П. Ерпылев** в работе «Развитие звездной астрономии в России в XIX веке», опубликованной в «Историко-астрономических исследованиях» (1958, вып. IV), также

делая необоснованный акцент на публикации Струве от 1837 г. А впоследствии практически во всех астрономических книгах, где речь шла об истории измерения расстояний до звезд, мы встречаем единодушное утверждение о том, что первым параллакс измерил Струве, поскольку данная «теория», как писал Мартынов, была одобрена Центральным Комитетом как единственно верная. Эта история продолжается до сих пор и приводит к невероятным вещам.

В 2015 г. издательство «Эксмо» выпустило в свет перевод с английского книги Тома Джексона «Вселенная: иллюстрированная история астрономии». В ней есть отдельная статья, посвященная истории звездного параллакса. Автор книги рассказывает только о работе Бесселя, не упоминая ни о Струве, ни о Гендерсоне. Но это в оригинальном, англоязычном варианте книги. В русском же переводе этот текст переписан (!), и в нем утверждается, что первым был Струве. Это совершенно вопиющая история, как с точки зрения исторической правды, так и с точки зрения поправа нормы авторского права.

В год 180-летней годовщины пионерской работы Бесселя хотелось бы, чтобы любители астрономии могли прочитать, – как же эта история выглядела на самом деле. Тем более, что ни у её участников, ни у её современников, ни у профессиональных историков науки не существовало и не существует разночтений.

\* \* \*

Подводя итог всей истории изменения представлений о масштабах звездного мира на огромном временном отрезке, обратим внимание на то, что от Архимеда (оставим в стороне систему мира Анаксимандра) до Бесселя Вселенная расширилась в восприятии астрономов более чем в два миллиона раз. Для измерения звездных расстояний пришлось придумывать новые, более крупные меры длины, которыми мы сейчас успешно пользуемся – световой год и парсек. В свое время применялись сириометр (миллион астрономических единиц) и гершель ( $10^{13}$  км), однако они не выдержали конкуренции.

Для измерения расстояний до ближайших звезд хватает нескольких световых лет. Вряд ли герои нашего рассказа могли себе представить, что Вселенная в целом измеряется миллиардами этих единиц и расширяется на самом деле, а не только в восприятии ученых благодаря росту точности наблюдательной техники.



## **КРУПНЕЙШИЕ РЕФРАКТОРЫ МИРА**

**Юрий Владимирович СОЛОМОНОВ**

Руководитель Московского общества любителей астрономии

XIX век вошёл в историю как век технического прогресса. Появились железные дороги, паровозы и пароходы, фотоаппараты, телефоны и телеграфы. Не обошел прогресс и астрономию. Благодаря успехам оптиков и химиков, удалось создать новые качественные линзы и зеркала, обеспечивая обсерватории масштабным оборудованием.

Вторая половина века оказалась богатой уже не только техническими изобретениями, но и красочными астрономическими событиями – появлением ярких комет, метеорных дождей, обнаружением каналов на Марсе, доселе невидимых спутников Сириуса и Прокциона. Были достигнуты большие успехи в спектральном анализе, что положило начало развитию астрофизики. Все это позволило астрономам обратиться к правительствам и получить финансирование для сооружения больших инструментов. Что касается богатых жертвователей, то они подчас сами предлагали деньги на строительство телескопов и обсерваторий, тем самым пытаясь увековечить память о себе. Все это определило гонку оптических технологий, в которой приняли участие практически все ведущие державы мира. Наука шла в гору, астрономам удалось совершить много новых и интересных открытий.

Телескопы-рефракторы в те годы считались перспективными инструментами. Они обладали рядом преимуществ перед рефлекторами с металлическими зеркалами. Рефлекторы были тяжелы в изготовлении, стоили недешево, а, главное, мало подходили для точных позиционных и астрометрических наблюдений. Спрос на качественные рефракторы в конце XIX века спровоцировал научно-техническую гонку диаметров объектива и длин фокуса именно у этого типа инструментов.

В настоящей статье представлены 16 крупнейших телескопов мира. Коротко рассмотрено, как происходило соревнование и какие амбиции были у оптиков, астрономов и меценатов. Некоторые из этих инструментов продолжают работу и в настоящее время, другие стали музейными экспонатами, а некоторые гиганты того времени ныне уже не существуют – от них остались лишь объективы и немногочисленные фотографии тех лет, когда они служили науке.

Определить точную дату начала научно-технической «гонки рефракторов» достаточно тяжело. В качестве отправной точки возьмем начало 70-х годов XIX века – именно тогда Федеральное правительство Северо-Американских Соединенных Штатов (так тогда у нас называли США) решило создать «самый большой в мире телескоп» для Военно-морской обсерватории.

Линзу (объектив) было решено заказать у известного уже на тот момент оптика – **Альвана Кларка** (1804–1887). Его фирма занималась изготовлением оптики с 1846 года, а в 1860-е годы под его руководством был создан 47-см (18,5-дюймовый) объектив для обсерватории Университета Миссисипи.

Кларк построил заказанный инструмент в 1873 году, а через два года его детище вступило в строй, став самым большим рефрактором в мире на тот момент: диаметр объектива был равен 26 дюймам, или 66 см, фокусное расстояние равнялось 10,9 м. Именно с помощью этого телескопа **Асаф Холл** (1829–1907) сумел открыть спутники Марса. Почти за полтора века своей работы инструмент, известный, как **26-дюймовый экваториал Военно-морской обсерватории**, дважды менял место дислокации в связи с переездом обсерватории, но, несмотря на это, и в настоящее время продолжает научную работу по наблюдению двойных звезд.

Практически в то же время известный в конце XIX века американский бизнесмен, меценат и изобретатель **Леадер Маккормик** (1819–1900) решил сделать пожертвование на создание самого большого в мире телескопа. Для этого он выделил значительные средства Университету штата Виргиния, астрономы которого обратились к тому же Альвану Кларку. Проект начали реализовывать в 1870 году, однако гражданская война, а затем и пожар в Чикаго (октябрь 1871) серьезно ударили по финансам мецената. Астрономы смогли получить необходимую сумму лишь в 1878 году, когда телескоп был уже построен и Кларк даже провел подтверждающие наблюдения спутников Марса.



Рис. 1. Склеп семейства Кларков на кладбище Маунт-Обурн близ Бостона.  
Фото Н.Н. Самуся.

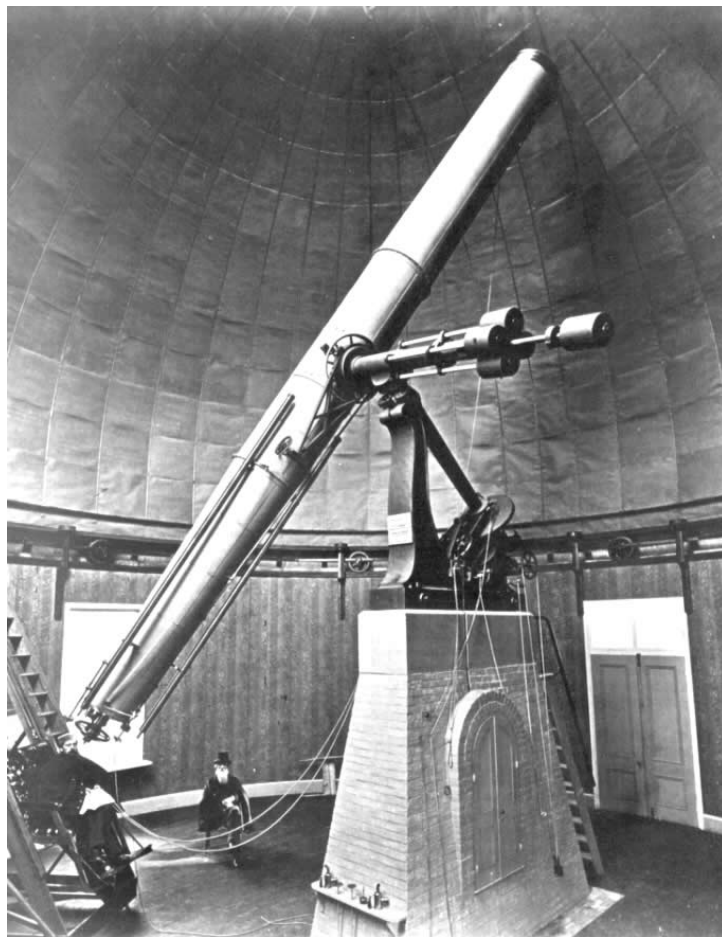


Рис. 2. 26-дюймовый экваториал Военно-морской обсерватории в Вашингтоне. Изображение с американского сайта «Эпоха великих Рефракторов».

Телескоп установили в 1885 году. По своим параметрам **рефрактор имени Маккормика** был близок к инструменту Военно-морской обсерватории: диаметр – 26 дюймов (66 см), фокусное расстояние – 9,9 м. Диаметр объектива этого рефрактора превосходил диаметр вашингтонского инструмента на несколько миллиметров и был существенно лучше по качеству оптики (технологии Кларка совершенствовались).



Стать крупнейшим рефрактором в мире рефрактору Маккормика не довелось, но он оставался крупнейшим телескопом в США в период с 1885 по 1888 год. В настоящее время на телескопе продолжают астрометрические наблюдения звёзд.



Рис. 3. Рефрактор им. Маккормика. Изображение университета штата Вирджиния.

Пока миллионер Маккормик собирал средства на создание инструмента, на другом конце земного шара, в Старом Свете, в патриархальной Австро-Венгерской империи, астроном **Карл Людвиг фон Литров** (1811–1877) сумел получить от императора Франца Иосифа I средства на строительство «ведущей обсерватории Австро-Венгрии». Строительство обсерватории велось с 1874 по 1879 год и завершилось уже после смерти фон Литрова.

Обсерватория стала не только ведущей в Австро-Венгрии, но и получила, крупнейший рефрактор в мире. Диаметр объектива **Венского рефрактора** равнялся 27 дюймам (68см), фокусное расстояние – 10,5м. Построил телескоп британский оптик **Томас Грабб** (1800–1876), который к тому времени был достаточно известным строителем телескопов-рефракторов – он помогал лорду Россу сооружать знаменитый «Левиафан».

Венский рефрактор прославился открытием астеродов. Одним из самых удачливых охотников за астероидами оказался **Йоганн Пализа** (1848–1925), который открыл визуальным методом 122 минипланеты. Впрочем, сколько их в том числе было обнаружено именно на Венском рефракторе, неизвестно. Научные наблюдения с помощью этого инструмента проводились до 60-х годов XX века. В настоящее время телескоп является музейным экспонатом, который показывают туристам.



Рис. 4. Большой Венский рефрактор. Изображение Википедии.

Славу «самого большого телескопа» мира у Венского рефрактора отобрал **Большой Пулковский рефрактор**. К 50-летию «астрономической столицы мира», как тогда называли Пулковскую обсерваторию, российский император Александр III выделил значительную сумму для развития ее инструментального парка. В связи с этим было решено заказать крупный телескоп. Оптику для него заказали Альвану Кларку, монтировку делала фирма Репсольда. Телескоп был готов и установлен в июне 1885 года.

Диаметр объектив составил 30 дюймов (76 см), фокусное расстояние – 12,8м. На телескопе проводились наблюдения планет и двойных звёзд. Благодаря ему российский астроном Гавриил Тихов (1875–1960) сумел получить доказательства наличия атмосферы Марса, а так же проследить сезонные изменения цвета поверхности планеты. Во время Великой Отечественной Войны телескоп был практически разрушен. Удалось спасти лишь его объектив, который сейчас можно увидеть в музее Пулковской обсерватории. После войны в Пулкове был размещен другой большой (хотя и меньший) телескоп, 26-дюймовый рефрактор. Он был изготовлен в 1940-е годы на фирме «Карл Цейсс» в Германии и оказался в СССР в счет репараций. Говорят, что это несостоявшийся подарок Бенито Муссолини от Гитлера. Рефрактор до сих пор используется для научных наблюдений, прежде всего для изучения двойных звезд.

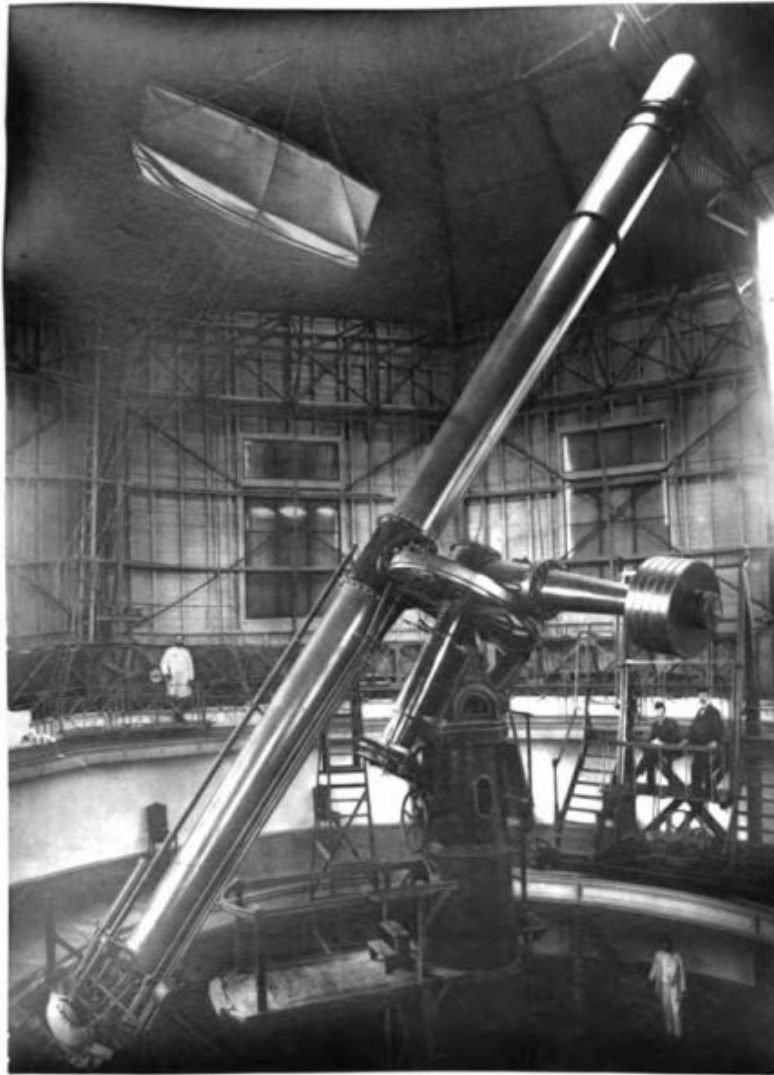


Рис. 5. Большой Пулковский рефрактор (первый). Изображение из Википедии.

Рекорд первого большого Пулковского рефрактора продержался недолго. В 1879 году французский банкир **Рафаэль Бишопшайм** (1823–1906) выделил средства для создания ведущей обсерватории во Франции вблизи Ниццы. Для её строительства были привлечены известные инженеры и оптики. Главным инструментом обсерватории стал 30-дюймовый (76 см) рефрактор с фокусным расстоянием 17,9 м, который увидел первый свет в 1887 году. Его постройкой занимались **Поль и Проспер Анри**. Телескоп использовался для наблюдения кратных звёзд, причем около 2000 из них были открыты с помощью этого телескопа. Теперь его называют **30-дюймовым телескопом обсерватории Лазурного берега**. В настоящее время днем телескоп показывают туристам, а ночью на нем продолжают вести научные наблюдения.



Рис. 6. Рефрактор в Ницце. Фотография из архива Обсерватории Лазурного берега.

Французский рекордсмен оставался крупнейшим телескопом в мире недолго – как и Пулковский рефрактор, он сохранял пальму первенства около года. При этом во Франции шло строительство ещё одного гиганта, который хоть и не стал крупнейшим рефрактором мира, но до сих пор является крупнейшим телескопом в Европе. Речь идёт о Большом рефракторе Медонской обсерватории.

Астроном **Пьер Жансен** (1824–1907), как когда-то Карл фон Литров, решил создать самую передовую обсерваторию своего времени, снабдив её лучшими инструментами. Для её строительства французским правительством в 1876 г. были выделены значительные средства, а также территория Медонского замка вблизи Парижа. Так появился **Большой Медонский рефрактор**, оптику которого изготовили все те же братья Анри. Телескоп был построен в 1889 году, но установили его только через 4 года. Он оказался лишь вторым по величине в мире на тот момент, но занял первое место в Европе. Кроме того, он был двойным: главный визуальный инструмент диаметром 33 дюйма (83 см) имел фокусное расстояние 16,2 м; второй инструмент представлял собой астрограф диаметром 63 см.



Рис. 7. Большой Медонский рефрактор. Изображение с сайта Парижской обсерватории.

Этот инструмент известен тем, что на нем вел наблюдения **Эжен Антониади**, делая великолепные зарисовки планет. В 1909 году по результатам наблюдений на этом инструменте он создал одну из точнейших карт Марса докосмической эпохи. После серьёзной реконструкции, проведенной в начале XXI века, телескоп демонстрируют в качестве музейного экспоната.

Одновременно со строительством Медонской обсерватории, Калифорнийский университет в США приступил на средства миллионера **Джеймса Лика** (1796–1876) к строительству крупной обсерватории на склоне горы Гамильтон. В самом начале 1888 года здесь увидел свет 36-дюймовый (91 см) **Ликский рефрактор** с фокусным расстоянием 17,6 м. Оптику для этого инструмента изготовила фирма Альвана Кларка. Он оставался крупнейшим телескопом на протяжении почти десяти лет. С его помощью был открыт спутник звезды Процион, спутники Юпитера – Амальтея, Гималия, Элара. Сейчас этот инструмент является музейным экспонатом.



Рис. 8. Ликский рефрактор. Изображение из Британской энциклопедии.

Трамвайный магнат **Чарльз Йеркс** (1837–1905) тоже решил оставить о себе память в виде огромной обсерватории, выделив деньги для её строительства Чикагскому университету. Снова оптика была заказана фирме Альвана Кларка. Телескоп был построен в 1897 году и стал самым крупным рефрактором в мире, завершив тем самым эру этих телескопов. Диаметр его объектива равен 102 см, фокусное расстояние 19,4 м. До постройки обсерватории Маунт-Вилсон, где был установлен 2,5-м рефлектор, **Йеркский рефрактор** держал звание самого крупного визуального инструмента Америки, превосходя по проникающей силе 1,5-м рефлектор обсерватории Маунт-Вилсон. На нем проводились визуальные наблюдения планет, далеких комет и двойных звёзд.

С начала нашего века Чикагский университет из-за отсутствия финансирования пытается продать и даже закрыть обсерваторию, так что дальнейшая судьба этого гиганта выглядит туманной.



Рис. 9. Альван Кларк с 40-дюймовым объективом Йеркского рефрактора. Снимок из архива Йеркской обсерватории.

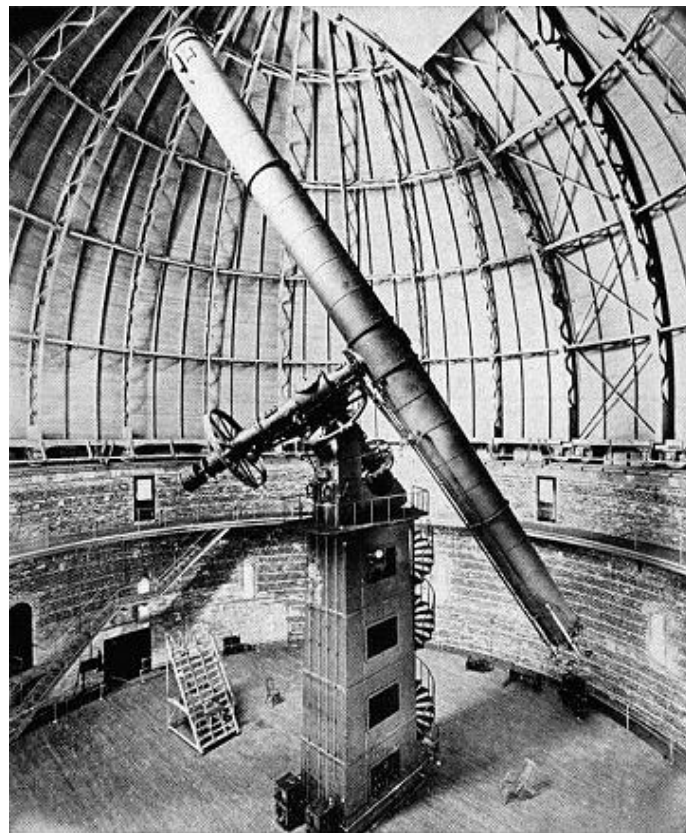


Рис. 10. Йеркский рефрактор. Изображение из архива Йеркской обсерватории.

Собственно, уже тогда многие астрономы и оптики стали понимать, что эра рефракторов подходит к концу. Активно развивались технологии строительства зеркальных телескопов. Тем не менее, в 1914 году в США был построен «последний из могикан» из серии рефракторов-гигантов –

**Мемориальный рефрактор имени Вильяма Тану.** Диаметр его объектива равен 30 дюймам (76 см), фокусное расстояние – 14,1 м. Телескоп был установлен в Аллегейнской обсерватории Питтсбургского университета на деньги миллионера **Вильяма Тану-младшего**, который таким образом увековечил память о своем отце. Объектив этого инструмента изготовила Браширская оптическая компания. Телескоп стал третьим по величине в США. Основными объектами его наблюдений стали двойные звезды, которые с помощью этого телескопа, наблюдают и в наше время.

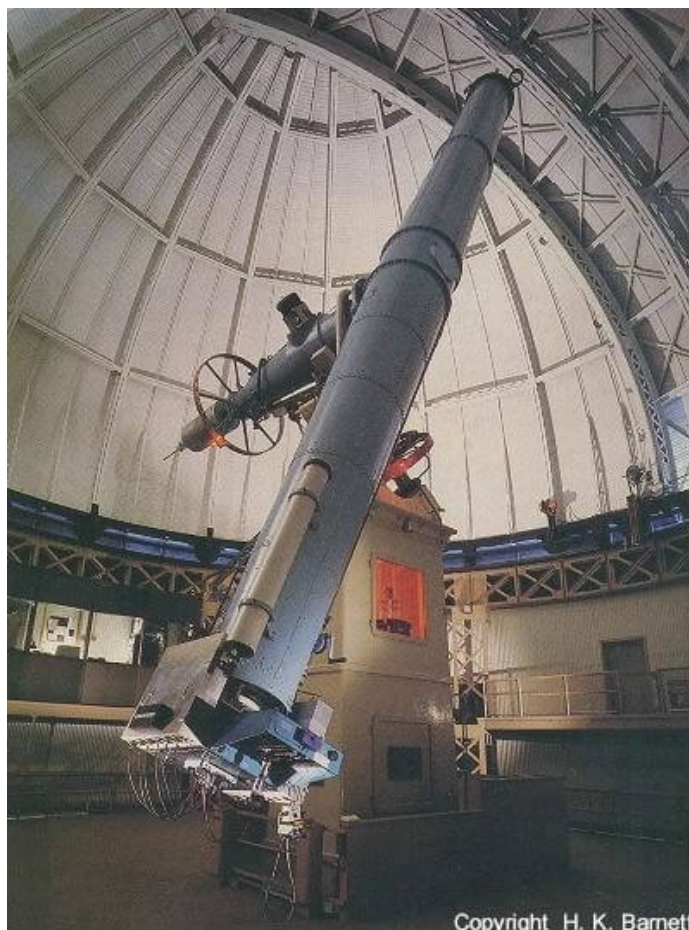


Рис. 11. Мемориальный рефрактор Тану.

Не остались в стороне от этой гонки и две другие ведущие державы мира – Германия и Великобритания. Правда, германские астрономы и оптики решили брать не диаметром объективов, а их качеством и увеличением фокусного расстояния. 1 мая 1896 года на Всемирной выставке в Берлине был продемонстрирован Великий (большой) рефрактор или «Большая пушка». Диаметр объектива был равен 27 дюймам (68 см), а фокусное расстояние – 22 м. Именно по этому параметру телескоп, который сейчас называют в честь инициатора его постройки **рефрактором Фридриха Архенгольда**, является крупнейшим в мире. Объектив телескопа был изготовлен компаний «Штегель и сыновья», которая с середины XIX специализировалась на производстве астрономического оборудования. После окончания выставки телескоп был установлен в Трептов-парке и стал использоваться для публичных наблюдений, тем самым поставив ещё один своеобразный рекорд— это крупнейший публичный инструмент. До начала Второй мировой войны телескоп посетили более 60 тысяч человек. Инструмент не пострадал во время войны, пережил несколько реконструкций и продолжает свою работу и в настоящее время.





Рис. 12. Большой рефрактор Архенгольда. Изображение с сайта Гамбургской обсерватории

Ещё один большой телескоп немцы продемонстрировали в конце 1899 года. На торжественном открытии нового инструмента в Потсдаме присутствовал кайзер **Вильгельм II** (1859–1941), который и выделил значительные средства на этот инструмент, чтобы превзойти рекорды французов. Телескоп состоял из астрографа диаметром 31 дюйм (81 см) с фокусным расстоянием 12 м и визуального инструмента диаметром 50 см. Его назвали «**Великим рефрактором**», что отчасти верно.



Рис. 13. Большой Потсдамский рефрактор.

Несмотря на то, что в настоящее время его объектив – четвертый по величине в мире, он является самым крупным астрографом, так как все остальные гиганты – визуальные инструменты. Линзу для объектива рефрактора создал **Бернхард Шмидт** (1879–1935), который впоследствии разработал знаменитые зеркально-линзовые камеры. На этом инструменте была открыта холодная диффузная материя. С момента постройки телескоп вел научные наблюдения до 1945 года, когда он пострадал от авиации союзников. Инструмент восстановили в 1953 году и он продолжал вести научную деятельность вплоть до 1968 года, после чего стал музейным экспонатом. В начале нового XXI века были собраны средства для его возрождения и модернизации, так что этот инструмент продолжает свою работу и сейчас.

А вот англичане «погнались за двумя зайцами». С одной стороны, в их распоряжении находился крупнейший зеркальный рефлектор мира с металлическим зеркалом «Левиафан», построенный лордом Парсонсом (лордом Россом). Кроме того, активно велось строительство крупных рефлекторов со стеклянными зеркалами (впоследствии эти зеркала были проданы американцам и прославили именно их науку).

С другой стороны, англичане пытались оснащать свои обсерватории и крупными рефракторами (правда, на рекорды уже не претендовали). В конце 50-х годов XIX века астрономы Гринвичской обсерватории решили заменить небольшой рефрактор Мерца на более крупный инструмент, мечтая заполучить самый большой рефрактор. Но, к сожалению, по ряду финансовых и технических причин поставить новый телескоп долгое время не удавалось. Лишь в 1888 году британский астроном **Уильям Кристи** (1845–1922) получил необходимую сумму и заказал **Говарду Граббу** 28-дюймовый рефрактор, который увидел первый свет в 1893 году. Телескоп, имея 71-см объектив для визуальных наблюдений с фокусным расстоянием 8,5 м и 68-см объектив для фотографирования, стал крупнейшим телескопом в Британии. На телескопе начали проводить визуальные наблюдения двойных звёзд, причем до начала Второй мировой войны было произведено две модернизации. Во время войны его законсервировали, а после перевезли на загородную базу в Херстмонсо. Там на нем наблюдали вплоть до 1970-х годов, после чего вернули обратно в Гринвич, где телескоп стоит и в настоящее время в качестве музейного экспоната. В ясные ночи на нем показывают небесные объекты экскурсантам.



Рис. 14. Говард Грабб. Фотография предоставлена Гринвичской обсерваторией.

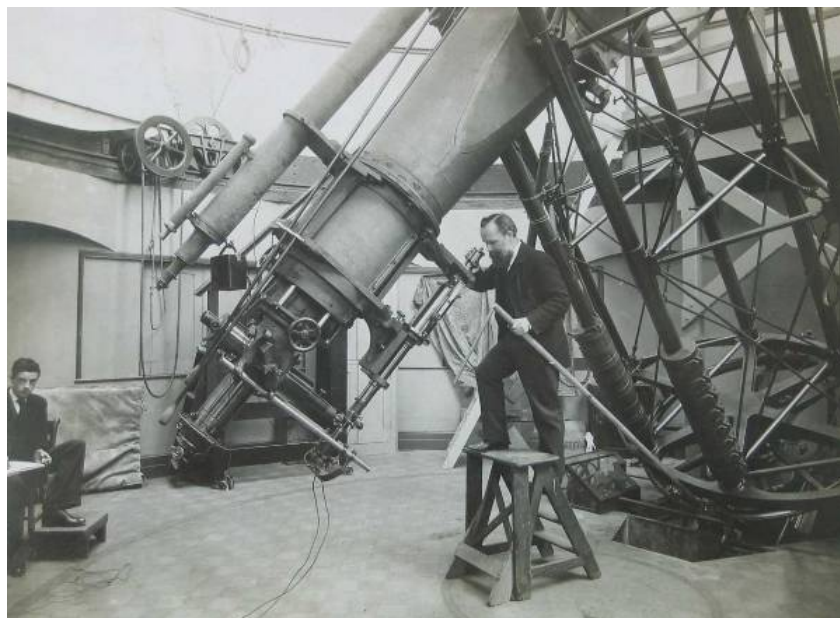


Рис. 15. Рефрактор Грабба. Из архива Гринвичской обсерватории.

Ещё один крупный рефрактор был установлен в Гринвиче в 1898 году. Интересен этот инструмент тем, что на одной монтировке «скрестили» 27 дюймовый (66 см) астрофотографический объектив с фокусным расстоянием в 6,8-м и 75-см рефлектор. Деньги на телескоп выделил английский врач **Генри Томпсон** (1820–1904), а построили его в компании Грабба. Инструмент проработал до начала Второй мировой войны, в течение которой был законсервирован. Затем инструмент перевезли в Херстмонсо, где телескопы были разделены, а **рефрактор** получил имя **Томпсона**. Там телескоп проработал до 1970-х годов, затем стал музейным экспонатом, но в 1993 году его вновь вернули в науку, сделав частью обсерватории Международного научного центра университета Онтарио (Канада).

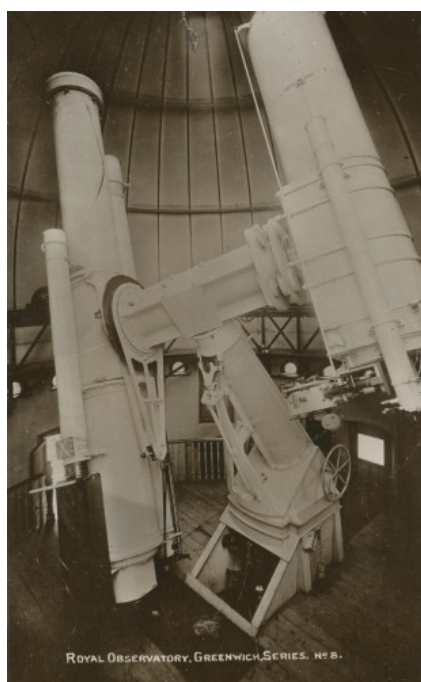


Рис. 16. Двойной рефрактор (будущий рефрактор им. Томпсона). Автор снимка Генри Ричардсон, 1908 год. Из архива Гринвичской обсерватории.

В завершение эры больших рефракторов по инициативе английского астронома, известного наблюдателя двойных звезд **Роберта Иннеса** (1861-1933) фирма Грабба в 1914 году построила ещё

один большой рефрактор, который тогда же должны были установить в Южной Африке, но из-за Первой мировой войны инструмент попал туда лишь в 1926 году. Диаметр его линзы равен 26 дюймам (67 см), фокусное расстояние 10,9-м. Сейчас он известен как **рефрактор Роберта Иннеса**. Инструмент проработал вплоть до 90-х годов прошлого века, став затем музейным экспонатом. С момента ввода в эксплуатацию и до сегодняшнего дня он остается крупнейшим рефрактором Южного полушария.



Рис. 17. Рефрактор им. Иннеса. Изображение из архива Йоханнесбургской обсерватории.

Французы не смирились с тем, что у них нет самого крупного телескопа в мире, и в 1900 году во время Всемирной выставки в Париже продемонстрировали 125-см рефрактор с фокусным расстоянием 57 м! Из-за огромной длины трубы (около 60 м) установить телескоп на монтировку не получилось. Поэтому телескоп установили горизонтально и неподвижно, а свет небесных объектов попадал в оптическую систему с помощью плоского поворотного зеркала диаметром два метра, отражавшего свет в неподвижный объектив. Изготовила телескоп компания Готье, которая до этого занималась поставками монтировок для других крупных инструментов Франции. Для телескопа построили отдельный павильон, который назвали «Дворцом оптики». Во время работы выставки на нем проводили наблюдения Солнца, туманностей и даже фотографировали Луну. Однако сразу же после окончания выставки телескоп оказался невостребованным – во-первых, он был очень неудобен в использовании, во-вторых, так и не превзошел инструменты с меньшим диаметром объективов ни по качеству, ни по проникающей силе. В результате уникальный инструмент, известный как **Большой телескоп Всемирной выставки в Париже**, был разобран и находится в музее Парижской обсерватории.



Рис. 18. Телескоп Всемирной Парижской выставки. Изображение с сайта Парижской обсерватории.

Ещё один гигант мог появиться в России, но до его постройки дело так и не дошло. В 1912 году Пулковская обсерватория обратилась в Государственную Думу за финансированием для строительства нового телескопа с диаметром линзы 81–82 см, который планировалось установить в Симеизе. Инструмент был заказан в 1913 году английской фирме Грабба, но его изготовление из-за Первой мировой войны все время затягивалось. Однако работы над ним велись! Мало того, англичанам удалось побить очередной рекорд: два объектива имели диаметры по 104 см(!). Советское правительство от заказа не отказалось, и вскоре объективы были переданы в Советский Союз. Однако комиссия из отечественных оптиков усомнилась в их качестве и решила не использовать для создания инструмента. Так что эти линзы так и остались в Главном Оптическом Институте, где работал **Дмитрий Максудов** (1896–1964).

В 1933 году Максудов занялся разработкой крупного объектива для создания рефрактора (диаметром 83 см) и завершил проект вместе с М.А. Степановым в 1946 году. Но для такого инструмента не нашлось нужной монтировки, так как монтировка, которая была поставлена еще до Великой Отечественной Войны, фирмой все того же Парсона Грабба, серьезно пострадала. Так что и этот объектив был передан в музей Пулковской обсерватории. Его можно увидеть рядом с 76-см объективом Большого Пулковского рефрактора.

Рефракторы не ушли в вечность, они лишь сменили профиль деятельности. Большие объективы (от 50 до 100 см) стали использоваться в солнечных телескопах, 40-сантиметровые – в широкоугольных рефракторах типа Цейсс-400, а знаменитые Цейсс-300 заняли достойные места во многих любительских обсерваториях СССР и Европы, продолжая свою работу и сейчас.

*Автор статьи выражает благодарность Залине Хамдамовне Рахимовой за помощь в подготовке материала.*



## **ЧТО ТАКОЕ ПЛАНЕТАРИЙ**

**Сергей Юрьевич МАСЛИКОВ**

кандидат физико-математических наук, Новосибирский планетарий

Слово «планетарий» в наше время имеет несколько основных значений. Во-первых, это место, то есть здание или сооружение, где можно посмотреть на искусственное небо (или приятно провести время в необычной обстановке). Во-вторых, раньше так назывался сам аппарат, позволяющий показывать небо на сферическом куполе. Теперь такой аппарат есть не в каждом планетарии. Еще одно значение этого слова связано с программами-планетариями, которые на экране вашего компьютера или гаджета тоже могут показать небольшой кусочек неба. Если углубиться в историю, то удастся обнаружить и другие устройства, которые с полным правом можно назвать планетариями. Значит, идея планетария не нова, и потребность смотреть на искусственное небо была у людей и в прошлом. Но почему? Разве может быть что-нибудь прекраснее настоящего звездного неба, о котором восторженно высказываются поэты, философы и просто романтики? Конечно же, нет! Но люди ленивы и в то же время изобретательны, поэтому они хотят смотреть на небо в удобное для них время (не обязательно ночью) и в удобном месте, и к тому же не зависеть от ненастной погоды. А самое интересное то, что в современном планетарии можно легко перемещаться во времени и пространстве. Посмотреть, например, каким было небо во времена динозавров или взглянуть на созвездия южного полушария, недоступные в России. А то и вовсе перенестись на планету в звездной системе альфа Центавра.

Но почему планетарий, а не звездарий? Ведь большинство объектов, которые мы видим на небе – это звезды, традиционно объединяем в созвездия. Тем не менее, еще со времен античности (а то и раньше) самыми загадочными небесными объектами считались все же планеты. На первый взгляд похожие на яркие звезды, планеты медленно перемещаются среди них, совершая иногда петлеобразные движения, меняя при этом свой блеск, а временами и вовсе пропадая из виду. Они не мерцают у горизонта, как звезды, а горят ровным светом. Можно даже рассмотреть их цвет.

Закономерности движения планет подробно изложил древнегреческий ученый Клавдий Птолемей. В своем фундаментальном труде, позже названном «Альмагест», он описал движения семи небесных светил – Солнца, Луны и планет – Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна. Птолемей жил во втором веке нашей эры. Но несколькими веками ранее греческая теория движения планет уже применялась на практике при изготовлении научных инструментов.

Самые первые сведения относятся к Архимеду, жившему во втором веке до нашей эры. В своем устройстве он заставил двигаться Солнце, Луну и пять планет, оно могло также показывать затмения. Говорят, Архимед изготовил и небесную сферу, но, увы, ни его приборы, ни даже их описания до нас не дошли... Впрочем, в сочинении Цицерона «О государстве» (<http://ancientrome.ru/antlittr/t.htm?a=1414870001>) говорится и о более древних создателях таких приборов.

Зато каким-то чудом сохранился антикитерский механизм. Этот прибор был найден водолазом 4 апреля 1900 года на дне Эгейского моря, недалеко от греческого острова Антикитера. С виду это сильно пострадавший от времени деревянный ящик размером с настольный принтер, наполненный плохо сохранившимися бронзовыми шестеренками. После тщательного послойного

сканирования стало понятно, что это не что иное, как *механический планетарий*, компактная модель движения известных к тому времени небесных светил. Механизм датируется приблизительно 100 годом на нашей эры, хотя есть и более древние датировки (до 205 года до нашей эры). Сейчас прибор хранится в Национальном археологическом музее в Афинах. Механизм можно было использовать для расчета движения небесных светил, он позволял определить даты 42 астрономических явлений. Сбоку на ящичке имелаась ручка, как у патефона, вращением которой весь механизм приводился в движение. Стрелки указывали положение каждой планеты в знаках зодиака.<sup>1</sup>



Антикитерский механизм в музее

Лишь спустя полторы тысячи лет нечто подобное смогли изготовить европейские мастера. В середине XIV века итальянский механик Джованни Донди сконструировал часовой механизм, астрариум, показывающий положение тех же семи светил – Солнца, Луны и планет на зодиакальном круге. Впрочем, сам этот механизм, который был высотой около одного метра и состоял из 107 подвижных деталей, утрачен, а нам остались только его подробные описания и современные реконструкции.

До нашего времени дошли модели Солнечной системы, созданные в начале XVIII века лондонским инженером Джоном Роули. Он назвал устройство «оррери» в честь своего покровителя Чарльза Бойла, четвертого графа Оррери, и таким образом прославил его имя. Такие наглядные и красивые механические модели позволяли посмотреть со стороны на нашу Солнечную систему. В центре модели находился сверкающий шар Солнца, а шарик Земли согласно Копернику занял свое скромное место в ряду других планет. Под действием пружинного завода они с разной скоростью бежали вокруг центрального светила. Старинные оррери сохранились в некоторых зарубежных музеях, а их современные реконструкции, приводимые в движение электричеством, можно встретить и в современных планетариях.

Наблюдая за движением искусственных планет в антикитерском механизме или при помощи оррери, трудно все же представить, как эти планеты выглядят на настоящем звездном небе. Идею «небесной сферы» Архимеда возродил знаменитый датский астроном Тихо Браге (1546–1601). Он оставил рисунок глобуса-планетария, по которому немецкий ученый Адам Олеарий в 1654–1664 годах построил так называемый Готторпский (заказчиком был герцог Готторпский) глобус. Внутри огромного глобуса диаметром 3,1 метра на подвесной скамье могли разместиться до 12 человек. Они заходили внутрь через небольшую закрывающуюся дверцу. Роль звезд выполняли

<sup>1</sup>Мерчант Джо. Антикитерский механизм. Самое загадочное изобретение Античности. Пер. с англ. – М.: Альпина нон-фишн, 2017.

блестящие заклепки, освещавшиеся небольшим светильником. Зрители могли вращать глобус, [поворачивая рукоятку](#), и таким образом наблюдать движение небесной сферы. Глобус был подарен Петру Великому. оригинал которого погиб во время пожара 1747 года. Сейчас в Кунсткамере, в г. Санкт-Петербурге экспонируется точная копия этого глобуса, Оригинал его погиб во время пожара 1747 года, а копия была вскоре после этого изготовлена петербургскими мастерами.

Итак, механические планетарии показывали движение планет, а глобус-планетарий демонстрировал звездное небо. Следующим шагом должно было стать объединение этих двух устройств. Инициатором работы стал Оскар фон Миллер (1855–1934), основатель и первый президент Немецкого музея в Мюнхене. Еще в 1913 году он обсуждал на оптическом предприятии «Карл Цейс» в Йене возможность создания полого небесного глобуса диаметром 4,5 метра по образцу Готторпского глобуса. Работа продолжилась после Первой мировой войны. Одна группа инженеров создавала гигантский оррери диаметром 12 метров для демонстрации планет, вторая – большой глобус. Роль звезд в этом глобусе должны были играть многочисленные электрические лампочки, прикрепленные к куполу. Конструкция получалась весьма громоздкой. И вот, в 1919 году инженера-механика Вальтера Бауэрсфельда (1870–1959), ведущего инженера фирмы «Карл Цейс», осенила идея – купол должен оставаться неподвижным, а его внутренняя белая поверхность должна стать экраном для светового проектора, размещенного в центре сферы! Эта идея стала прорывной и привела к созданию первого *оптического планетария*. В 1924 году он был опробован под куполом диаметром 16 м, установленным на крыше одного из заводских корпусов фирмы «Карл Цейс», а в 1925 году передан в Немецкий музей, где для него построили специальное здание с искусственным небом – куполом диаметром 10 м.

Наиболее ярко выразил свои впечатления от посещения планетария датский астроном Бенгт Стрёмгрэн: *«Никогда раньше не создавали такого наглядного пособия, которое было бы столь поучительным, как это, столь волшебным, одинаково действующим на всех. Это – школа, театр и кино одновременно, школьный класс под небесным сводом и спектакль, в котором актерами являются небесные тела».*

Главная часть аппарата-планетария – оптическая головка. Внутри неё находится мощная лампа, а вокруг – «глазки» с системой линз. Каждый глазок внутри содержит фрагмент звездной карты из непрозрачного материала, а звезды – это мелкие, почти точечные отверстия разного диаметра, пропускающие свет. Лучи от лампы проходят через эти точки и создают изображение на куполе. Чем больше диаметр купола, тем мощнее должна быть лампа для создания хорошо видимого изображения. А поскольку свет ослабевает пропорционально квадрату расстояния, с увеличением размера купола вдвое нужно учетверять мощность источника. Поэтому размеры куполов планетариев ограничены самой технологией.

Ниже оптической головки на корпусе аппарата-планетария крепятся дополнительные устройства, позволяющие демонстрировать планеты, кометы, метеоры, даже полярные сияния и панораму ночного города. Вторая головка содержала звезды южного полушария.





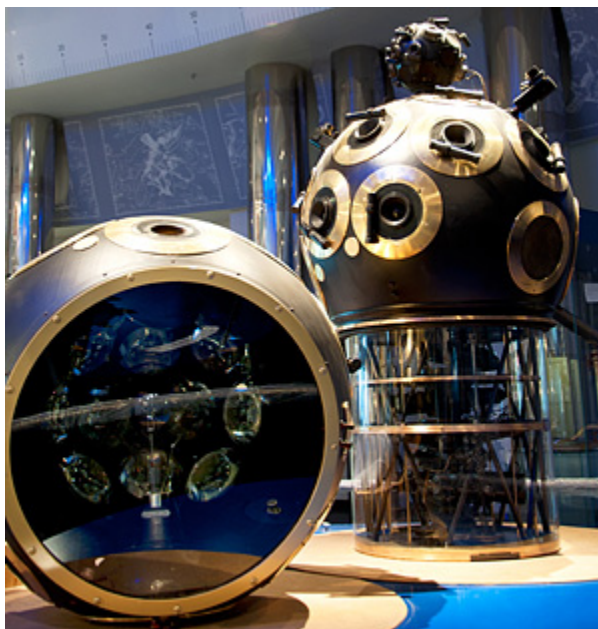
Аппарат «Планетарий» фирмы Карл Цейс. Музей Урании Московского планетария

В звездном зале зрители устраиваются полулежа в удобных креслах. Звездный шар – оптическая головка планетария находится выше голов зрителей, так что шар заслоняет часть небесного свода. Поэтому в крупных планетариях аппарат принято прятать на нижний уровень, так сказать, убирать с глаз долой. В начале сеанса необычный по форме аппарат медленно и величаво под музыку поднимается и приводится в рабочее положение. Это придает особую торжественность началу небесного спектакля.



Здание Московского планетария

После того как стало известно об открытии первых планетариев за рубежом, советское правительство решило построить планетарий и в нашей стране. Необычное здание со слегка вытянутым вверх яйцеобразным куполом спроектировали архитекторы М.О. Барщ и М.И. Синявский и инженер Г. А. Зундблат, сам аппарат закупили в Германии все в той же фирме «Карл Цейс». Открытие первого советского и тринадцатого в мире планетария в 1929 году стало большим политическим событием. Владимир Маяковский написал тогда стихотворение: «Пролетарка, пролетарий, заходите в планетарий». Ведущие астрономы страны читали лекции под куполом диаметром 25 метров.



Детали первого московского аппарата «Планетарий» (Музей Урании, Московский планетарий)

Почти двадцать лет нашей стране было не до планетариев, и московский планетарий оставался единственным в стране. Новые звездные храмы стали создаваться только в конце 40-х годов. В 1948 году планетарии открылись в Горьком, Саратове, Томске и Ярославле. В них были установлены аппараты, изготовленные в мастерских Московского планетария. Сеть из примерно трех десятков российских планетариев формировалась на протяжении 50–60-х годов XX века. Во многих из них были установлены аппараты фирмы «Карл Цейс». Но приспособление под большой планетарий бывшего Народного дома в Ленинграде в 1959 году оказалось последним масштабным событием.

Не все планетарии пережили сложные 1990-е годы. Проблему усугубило размещение части их в культовых зданиях; в связи с принятием закона о передаче храмов церквям они оказались под угрозой выселения. С другой стороны, это поставило на повестку дня вопрос строительства новых зданий для «звездных театров», чем вынуждены были заняться местные власти.

Первой «ласточкой» стал нижегородский планетарий, под который было переоборудовано одно из городских зданий. Планетарий, который действовал с 1948 года, был заново открыт после масштабной реконструкции в 2005 году. Особенно долго, почти 17 лет, длилось обновление в московском планетарии. Открытие состоялось в июне 2011 года. Перед этим, в апреле того же года, в Ярославле в заново спроектированном и отстроенном здании открылся Центр им. В.В.Терешковой, имеющий в своем комплексе планетарий. Строительство нового новосибирского планетария было приурочено к 50-летию полета в космос Ю.А. Гагарина. Он открылся в феврале 2012 года. В 2014 году появился планетарий в Казани, в 2015 – в Иркутске, в 2017 – новый большой планетарий в С.-Петербурге (второй большой планетарий в этом городе, планируется третий), в 2018 – планетарий Космического центра в Кирове. Можно сказать, что с начала нового века в стране стартовал процесс появления новых планетариев. Российские планетарии, которых сейчас около 50, не считая мобильных, с 1994 года объединены в Ассоциацию планетариев России (АПР) со штаб-квартирой в Нижнем Новгороде. АПР в свою очередь является членом Международного общества планетариев (International Planetarium Society, IPS). Благодаря такому сотрудничеству решаются многие общие для всех планетариев проблемы. Материалы о работе российских планетариев регулярно публикуются в международном журнале *Planetarian*.



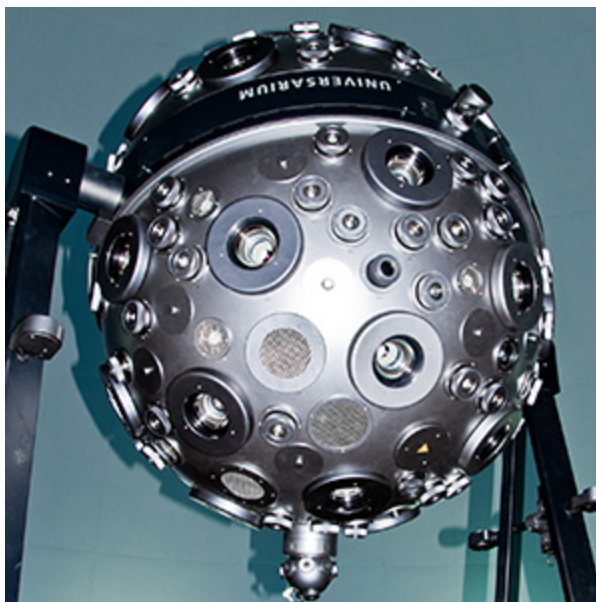
Центр им. В.В. Терешковой в Ярославле

Создание новых планетариев не обошлось без новых проекционных технологий. Изображение на куполе строится с помощью цифровых ламповых или лазерных проекторов, расположенных, как правило, по периметру звездного зала (в некоторых случаях – в центре). Проектор выводит изображение на противоположную часть купола. Компьютерная программа объединяет кадры отдельных проекторов и формирует единое изображение на куполе. При выборе проекторов подбираются такие параметры, как разрешение кадра (в пикселях), яркость, контраст с целью получить наиболее эффектное изображение. Так, для куполов свыше 12 метров в диаметре размер изображения должен составлять не менее 4000 пикселей по окружности купола-экрана. Кратко такое разрешение обозначается как 4К. Для куполов меньшего размера удовлетворительным разрешением будет 3К, для малых куполов мобильных планетариев (3–5 метров) достаточно 2К. От размера кадра зависит поток данных и общий объём видеофильма, всё это диктует требования к компьютерному оборудованию, иногда достаточно жёсткие.

В результате линейный размер одного пикселя на куполе-экране может составлять 10 мм и более. Такое изображение выглядит не точкой, а небольшим пятном, так что звезды в цифровых планетариях не так реалистичны, как у их чисто оптических собратьев. Преодолеть это ограничение можно, повышая разрешение до 8К, и такая тенденция в мире планетариев уже чётко прослеживается.

Главное преимущество *цифрового планетария* (по сравнению с оптическим) – гибкость в подаче контента, ничем не ограниченная тематика фильмов, иногда называемых шоу-программами из-за их зрелищности. Помимо астрономических программ, в цифровом планетарии могут демонстрироваться фильмы по биологии, географии, на космическую тематику, мультфильмы, документальные фильмы и т.п.

Возможно, оптимальный вариант для планетария – иметь одновременно и оптический, и цифровой проекторы. Конечно, в этом случае стоимость оборудования значительно возрастает, но и качество показа программ тоже. Такая комбинация проекторов имеется в московском, ярославском и новокузнецком планетариях.



Оптический проектор Универсариум М9 Московского планетария

Следует добавить, что и оптические и цифровые технологии не стоят на месте. Так, в оптических головках стали применяться оптоволоконные каналы – световоды. Один оптический канал – это одна звезда. В головке планетария может быть спрятано до 9500 таких волокон, каждое из которых посылает луч звезды в строго определённое место на куполе. В этом сегменте рынка серьезную конкуренцию «вечной» компании «Карл Цейс» создает японская GoTo.

В сфере цифровых технологий на смену ламповым проекторам идут лазерные. Их ресурс, т.е. время работы, в несколько раз больше. Теперь нет необходимости 2–3 раза в год менять «севшие лампы», исчерпавшие свой ресурс и снизившие яркость свечения. В этом сегменте рынка нет признанных лидеров, свои решения предлагают несколько зарубежных компаний. Цифровые планетарии стремятся также догнать своих оптических конкурентов в умении качественно показывать объекты звездного неба. Для этого создаются так называемые астрономические симуляторы, позволяющие в режиме реального времени построить, например, путешествие сквозь звезды Млечного Пути, оправить зрителей к окраине Вселенной, на другие планеты или кометы. Все это доступно оператору, сидящему за пультом, который находится, как правило, за спинами зрителей. В системе «Горизонт», разрабатываемой Обществом сферического кино, управление «полетом» осуществляется с планшета, так что оператор (и лектор в одном лице) может активно взаимодействовать со зрителями, перемещаясь по всему залу.

Отдельно следует сказать о создании полнокупольного контента – фильмов и шоу-программ для цифровых планетариев. За рубежом есть крупные компании, такие как E&S и SpNSCCreative, Spitz и студии при планетариях, которые работают в этом направлении. Качественный зарубежный фильм продолжительностью 20–30 минут в формате 4К, пригодный для демонстрации на больших куполах стационарных планетариев, может стоить до 4 млн. рублей. Цена зависит и от количества мест в звездном зале (так, в московском планетарии – 356 мест, в Новосибирском – 151).



Новосибирский планетарий

В России наиболее качественный контент создаёт Общество сферического кино. Фильм «Созвездия» стал своего рода эталоном для последователей ОСК. Неизменным успехом также пользуются фильмы Донецкого планетария, среди которых – «Путешествие по планетам Солнечной системы», «Воздушные призраки»...

Каждый год в Германии, Японии, США проводятся фестивали полнокупольных фильмов, на которых выставляются новые работы. В России международный фестиваль «Отражение Вселенной» проводится в Ярославле с 2013 года с периодичностью раз в два года. В 2014 году фестиваль полнокупольного кино «Кинокупол» состоялся также в Новосибирске. Такие фестивали – отличная возможность оценить в одном месте работу разных студий и выбрать фильм для расширения репертуара планетария.

Теперь о том, зачем всё это нужно. Планетарии изначально служили для популяризации астрономии среди всего населения. Сейчас эта цель понимается более широко – популяризация науки в целом, космонавтики и других технических достижений. Характеризуя методы работы, можно сказать, что планетарий – это обучение с элементами развлечения. Поэтому многие полнокупольные программы построены по принципу шоу-программ.

Планетарии дополняются научными музеями, обсерваториями, здесь проводятся разнообразные фестивали, музыкальные концерты под звездным небом, работают клубы по интересам. Наиболее показателен в этом отношении московский планетарий, в котором существует и научный музей, и музей занимательной науки «Лунариум», и обсерватория, регулярно проводятся занятия со школьниками, лекции известных ученых. Планетарии, таким образом, становятся центрами притяжения для всех, кто интересуется наукой.

Особый акцент в последнее время делается на патриотическом воспитании школьников и привлечении молодежи к науке и инженерии. Так, в Новосибирске по этой причине планетарий был передан в муниципальную систему образования и находится под управлением мэрии города. Это означает, что школьники города могут бесплатно посещать уроки в планетарии, сопровождающиеся фильмами в звездном зале. При планетарии действуют также более 30 детских коллективов, кружков различной тематики, которые также бесплатны. Этим как раз и уникален опыт новосибирского планетария.

Конечно, самый посещаемый планетарий в нашей стране – московский, куда приходит до миллиона посетителей в год. Не исключено, что близок к этому будет и новый планетарий Санкт-Петербурга. Созданный в рамках достаточно ограниченного бюджета, он стал рекордсменом по

размеру купола (его диаметр 37 метров), оставив позади даже наиболее продвинутой в этом отношении Японию.

Другие планетарии нашей страны ежегодно принимают по 100–200 тыс. посетителей, так что общее число посетителей, проходящих за год через пять десятков стационарных российских планетариев и сотни мобильных куполов, составляет 3–5 миллионов человек. В масштабах нашей страны это немного. Планетариев должно быть больше!

Одно из возможных решений – развитие сети мобильных планетариев. Теперь планетарий может сам приходить в детские учреждения и школы. Купол диаметром 3–5 метров разворачивается и надувается воздушным компрессором в любом подходящем помещении. Неприхотливые юные зрители располагаются прямо на полу. Изображение на купол выводится от единственного проектора, работающего по принципу «рыбий глаз». На то, чтобы подготовить мобильный планетарий к работе, бывает достаточно 30 минут. Некий промежуточный вариант между стационарным и мобильным планетарием – это купол, имеющий каркас. Такой купол может иметь размер 5–7 метров и несколько проекторов. Для его сборки может понадобиться несколько часов, однако качество изображения будет при этом значительно выше, чем в простом мобильном варианте.

Мы не знаем, какие технологии появятся в ближайшем будущем. Так, виртуальные очки привели к появлению *виртуального планетария*. Надеваешь очки – и отправляешься в любой уголок Вселенной. Однако эта технология ни в коем случае не заменит обычный планетарий, где пришедшие люди испытывают чувство сопричастности и вовлечённости в процесс, а просмотр фильмов часто сопровождается живым общением с лекторами и учёными. Технологии не стоят на месте, каждый год появляется что-то новое. Тем не менее, планетариям предстоит ещё долго жить, подстраиваясь под меняющиеся условия и новые требования к качеству своей работы.



## Для начинающих

### **АСТРОАНАГРАММЫ**

Анаграмма – это перестановка букв определённого слова (или словосочетания), которая в результате даёт другое слово (или словосочетание). Мы предлагаем вниманию читателей анаграммы названий различных астрономических объектов. Каких? Попробуйте догадаться.

Ответы на *Астроанаграммы* см. перед разделом «Поэзия».

урна	Света	мерка
струна	раки	порка
срам	бега	салат
Ереван		Петя
улан		
бутан	плавни	
беден	сосна	

строка

сырь

норов  
Ромка  
тик  
лепесток



### **БЕСЕДЫ НА ДЕТСКОЙ ПЛОЩАДКЕ**



- Опять мы с тобой загулялись. Солнце уже село.
- А почему оно тут, во дворе село, а на крыше еще не село?
- То есть, как это – на крыше солнце не село?
- Ну, ты уже темно, а крыша еще светлая. И даже на верхнем этаже окна блестят.
- А, вот ты о чем! Ну, это потому, что наша Земля – шар.
- Как это, Земля – шар? Она кажется круглой и плоской, как блин.
- Это только так кажется, потому что Земля очень большая.
- Какая большая? Как море?
- Гораздо больше. Море ведь тоже на земле.
- А почему тогда говорят, что там, где море, там край земли?
- Потому что землей называют и сушу, где, например, мы живем, где можно ходить пешком, строить дома, сады сажать. И край земли-суши – это, действительно, берег моря. Но это и край моря. Море можно переплыть и опять на земле оказаться. На другом берегу-краю этого моря. На другой суше.
- А где тогда край всей Земли?
- А где край мячика?
- Как это – край мячика? ... Знаешь, кажется, у мячика нет края.

– Правильно. У мячика нет такого края, как у палки или у дорожки. Край мячика – это его поверхность. Граница между мячиком и всем остальным, что вне его. И край Земли тоже ее поверхность. И мы с тобой, вообще говоря, ходим по краю Земли.

– Здорово! Вот только... А мы с этого края не свалимся?

– Куда?

– Ну, туда, вниз.

– А где у Земли низ, как ты думаешь?

– Наверное, у нас под ногами. Где-то с другой стороны. Как у мячика. У него низ там, где он лежит на песке.

– Верно. Но если мячик повернуть, он ляжет на песок другой точкой своей поверхности, другой своей частью.

– Что же, у него ни края нет, ни низа? И верха нет? Или у него верх и низ могут меняться местами?

– Вот именно. Если расставить на мячик маленьких человечков, для всех них низ будет там, где их ноги. И получится, что низ у мячика в его центре. И у Земли низ в самой середине, в ее центре. Только мячик легкий, у него внутри воздух, поэтому он не удержит человечков, которые стоят на нем там, где его поверхность ближе к земле. Они упадут. А Земля внутри плотная. У нее внутри камень, металл. Есть и вода, но в основном камень и металлы. И она нас тянет к себе, к своему центру. Ты проваливаешься в яму, а не летаешь над ней потому, что Земля тянет все к своему центру, туда, где находится большая часть ее вещества.

– Значит, когда я падаю и коленкой стучаюсь, это потому, что Земля меня к себе тянет?

– Вот именно. Вообще все предметы тянут друг друга к себе. Это закон природы. Называется «закон всемирного тяготения». Если бы его не было, Земля, например, могла бы улететь от Солнца.

– Как?!

– Об этом нужно много рассказывать. Можно целый вечер проговорить. А нам пора домой. Видишь, и крыша уже давно темная, и небо потемнело.

– А ты мне еще потом расскажешь про то, как все вещи друг друга тянут?

– Конечно, расскажу. Если ужинать хорошо будешь.





## Фантастика

### *Wolf 359*

**Кендалл Джостер Кросден**

Перевод с английского В.Л. Штаерман

*Если бы Бобби слушался родителей и не играл со спичками, жизнь могла бы исчезнуть с лица Земли.*

В Университетский городок пришла весна. Луга сияли свежей зеленью, на деревьях лопались почки.

Из дома на окраине городка выбежал маленький мальчик. Его ковбойский револьвер с костяной рукояткой удобно разместился в украшенной серебристыми бляшками кобуре на настоящем кожаном ремне.

Добежав до угла, мальчик остановился и опытным взглядом десятилетнего человека огляделся по сторонам. Хорошо! Взрослых поблизости нет. Он достал из кармана большую спичку, присел на тротуаре и чиркал спичкой об асфальт, пока она не загорелась. Тогда он поднял спичку на уровень глаз и стал смотреть, как огонь пробирается по ней, оставляя за собой черный след.

И тут Бобби Эдвардс услышал голос. Только это был не обычный голос. Скорее это была мысль, которую думал кто-то другой.

Мальчик опять огляделся по сторонам. На улице по-прежнему никого.

Бобби почему-то знал, что эта мысль не для него, что он подслушивает что-то, не назначенное для посторонних. Он устроился поудобнее, держа в руках догорающую спичку, и стал слушать...

Дверь громко хлопнула. Бобби Эдвардс проскользнул в кабинет отца и с интересом смотрел, как отец вскинул голову, оторвал взгляд от разложенных на столе бумаг и изобразил на лице улыбку.

– Может быть, помогли бы резиновые двери, – тихо проговорил Харлоу Эдвардс. – Или они стали бы источником горького разочарования?

Бобби не вполне понял, что хотел сказать отец, но узнал тон. Отец говорил так, когда был только наполовину серьезен. Поэтому мальчик пропустил замечание мимо ушей и перешел прямо к делу.

– Папа, что такое Вольф 359? Какой-то зверь?

Лицо Харлоу Эдвардса выразило удивление.

– Вольф 359, – повторил он. – Где ты услышал это слово?

– Где-то, – неопределенно ответил Бобби. – А что это такое?

– По-моему это звезда, – сказал отец не очень уверенно. – Кажется, слабая и не очень далекая. А почему ты спрашиваешь?

– Я слышал чьи-то мысли, – сказал Бобби. – Как будто что-то тикало у меня в голове, но я почти все разобрал. Кто-то странный... – он хмыкнул. – Пап, ты когда-нибудь слышал о ком-нибудь, кто как будто сделан из огня?

Уголки рта отца растянулись в улыбке.

– Нет. Зато я знал кое-кого, кто вел себя так, как будто был сделан из огня. Ну, неважно, – поспешно добавил он. – Расскажи мне о тикающих мыслях.

– Они выглядели как огненные, – упрямо повторил Бобби. – Их много и они в большом корабле. Он как наш камин внутри, только гораздо больше. Я думаю, может быть, они с Вольфа 359. Ну, все равно, они летят сюда и собираются завтра приземлиться. Прямо тут, в большом лесу.

Странное выражение, появившееся было на лице отца, вдруг сменилось другим, хорошо известным Бобби. Он вздохнул и спросил себя, почему взрослые, что бы им ни говорили, всегда все переиначивают.

– Знаешь, – сказал отец, – это хороший сюжет для какого-нибудь рассказа. Почему бы тебе еще немного не подумать над ним, Бобби.? Потом ты мог бы мне все рассказать за ленчем.

И, не дожидаясь ответа, он вновь занялся разложенными на столе бумагами. Бобби покачал головой и вышел. Взрослые все-таки очень странные, решил он. Почти такие же странные, как человек, чьи мысли он только что слушал.

Он пошел на кухню. Мама возилась у плиты, и он сумел ухватить еще несколько спичек.

Во дворе дома Эдвардсов рос огромный бук, который часто играл роль личных джунглей Тарзана. Бобби забрался на этот бук, уперся коленями об одну ветку, плечом о другую, зажег спичку о ствол и стал смотреть на огонь. Когда он держал горящую спичку, те, чужие мысли становись четче, яснее...

Когда мама позвала Бобби к ленчу, он был совершенно поглощен этим занятием. Но он послушно погасил спичку и прыгнул на землю. Зная, что это необходимо, он зашел в ванную, брызнул на лицо несколько капель воды, стер с него грязь полотенцем и проскользнул на свое место за столом как раз в тот момент, когда отец входил в столовую.

– Казалось бы, простой повествовательный стиль должен быть не так сложен для студентов факультета английского языка. Но они в большинстве своем изъясняются куда менее ясно и обладают куда менее живым воображением, чем наш Бобби.

– Конечно, – сказала мама. – Ведь твои студенты лишены такого преимущества, как отец-профессор.

– Ну, мое влияние тут вряд ли существенно, – возразил Харлоу Эдвардс. – Воображение Бобби гораздо живее моего. Кстати, Бобби, как продвигается твой рассказ?

– Это не рассказ, – сказал Бобби, проталкивая слова через сэндвич, который занимал в эту минуту все пространство его рта. – Я опять слышал их мысли.

– Не разговаривай с набитым ртом, – сказала мама. – А что это за история со слушаньем чьих-то мыслей?

– Бобби прибежал ко мне сегодня утром с прекрасным сюжетом для рассказа, – объяснил отец. – Что они думали на сей раз, Бобби?

Смывая сэндвич в горло молоком, Бобби решал серьезный вопрос: говорить ли прямо сейчас или подождать, пока у него появится новая информация. И выбрал первый вариант.

– Они не в гости едут, – сказал он. – Они хотят воевать с нами.

– Они все еще кажутся огненными?

Бобби кивнул.

– Ну, – сказал отец, – Пожалуй, нам стоит запастись спичками. Тогда мы сможем сражаться с огнем с помощью огня.

– Не шути с ним, – сказала мама. – Ты же знаешь, что доктор Стокер говорит о детях со слишком живым воображением. Бобби, а почему они хотят воевать с нами?

– Они ищут новое место, где жить. Там, где они жили раньше, жить больше нельзя.

– Вольф 359? – спросил отец.

– Ага. Кажется, они думали о многих местах, но остановились на этом.

– А как они собираются воевать с нами?

– Да они в общем-то не собираются воевать, – ответил Бобби. – Просто они хотят все поджечь. Тогда тут станет слишком жарко, и мы больше не сможем тут жить. По крайней мере, они это думали.

– А почему они хотя поджечь Землю?

– Чтобы их собственный огонь не погас, – сразу же ответил Бобби. – Помнишь, я говорил, что они все как огонь? Но если их огонь гаснет, они погибают. И это случится, если они останутся на Вольф 359.

– Ну, если им нужно место погорячее, почему бы им не поселиться на Солнце? Там им будет достаточно тепло.

– Они об этом думали, пап, но, кажется, Солнце для них все-таки немного слишком горячее и не остынет еще миллионы лет. А на Земле им будет, они думают, достаточно тепло, если они запустят цепную ... цепную –...

– Цепную реакцию, – подсказал отец.

– Ага, – подтвердил Бобби с жаром. Он выпрямился на стуле. – Они собираются приземлиться завтра прямо в нашем лесу, рядом с Университетским городком. Пап, ты должен рассказать об этом всем, чтобы их поймали, как только они тут появятся. И нужно много воды, и пожарных машин, и все такое. Папа, ты должен это сделать, или будет поздно.

– Подожди минуту, сынок. Не надо так волноваться. Это же, в конце концов, только рассказ.

– Да нет же! – воскликнул Бобби и закатил глаза, как делал всегда, когда хотел, чтобы ему поверили.

– Да нет же! Это на самом деле! Я слышал, как они все это думали.

– Конечно, это на самом деле, Бобби, – сказала мама. Потом повернулась к отцу и добавила тем особым тоном, каким говорила в определенных случаях:

– Харлоу, почему бы тебе не пойти с Бобби погулять после ленча?

– Что ж, это неплохая мысль, – сказал отец. – Кое-что тут, кажется, немного слишком... Ты пойдешь со мной погулять после ленча, Бобби?

– Конечно, – ответил мальчик. Он знал, что значила эта прогулка, но на сей раз не возражал: чем больше людей будет в курсе, тем лучше.

После ленча Харлоу Эдвардс прошел в свой кабинет, и было слышно, как он в пол-голоса разговаривает с кем-то по телефону. Бобби не старался услышать, что именно он говорит. Он и так догадывался, и хотел было попробовать снова услышать мысли, но взглянув на лицо матери, решил не зажигать сейчас спичку. Вместо этого он, пригнувшись в кресле, стал насчупывать у себя в кармане раковину улитки.

Отец вышел из кабинета в уже шляпе.

– Пошли, Бобби, – сказал он.

Они пошли вдоль тихой улицы университетского городка, и Бобби думал, как будет выглядеть эта улица, когда *те* прилетят. И решил, что она станет похожа на большую спичку. Мальчик не удивился, когда они остановился у офисного здания в деловом квартале.

– Слушай, – сказал отец хорошо отрепетированным беззаботным тоном, – ведь кабинет доктора Стокера как раз в этом доме. Как насчет того, чтобы зайти и поболтать с ним немного, если, конечно, он не занят? Я не видел его, кажется, больше недели.

– Давай зайдем, – согласился Бобби.

Он помнил, что каждый раз, когда он говорил или делал что-то, что смущало отца, они всегда шли на прогулку, которая кончалась посещением этого самого здания, и давно уже решил про себя, что отцы – народ чудаковатый. Этим все и объясняется.

Они поднялись по лестнице на один этаж и вошли в приемную. Медсестра подняла голову, улыбнулась Харлоу и исчезла за внутренней дверью. А через минуту появился улыбающийся доктор Стокер.

– Привет, Харлоу, – сказал он. – Рад тебя видеть. Привет, Бобби.

– Мы тут проходили мимо и решили зайти к тебе, – сказал отец Бобби. – Конечно, если ты занят...

– Отнюдь, отнюдь. Дети в нашем городке в основном пребывают в добром здравии, и психиатр им не требуется. С ними не происходит ничего такого, что устояло бы против нового велосипеда или новой ковбойской шляпы. Правда, Бобби? Ну, заходите.

Они прошли в личный кабинет врача, и, пока отец и доктор обсуждали гольф и бейзбол, Бобби смотрел в окно. Он знал, что это – часть игры, и терпеливо ждал.

– Слушай, Бобби, – вдруг сказал отец так, словно эта мысль только что пришла ему в голову, – почему бы тебе не рассказать доктору твою выдум... про Вольф 359? Уверен, ему будет интересно.

– Ладно, – согласился Бобби.

Он уже успел усвоить, что, когда взрослые тебе не верят, лучше всего сделать вид, что все это неважно. Он повторил то, что рассказывал отцу, глядя в лицо доктора, на котором были написаны удивление и интерес.

– Это удивительная история, – сказал доктор, когда Бобби замолчал. – Просто удивительная история для мальчика твоего возраста. Ты сам ее придумал или кто-нибудь тебе помогал?

– Это не история, – терпеливо пояснил Бобби. – Я слышал, как они все это думали. Они думали еще много чего, но я услышал только часть, потому что мне не хватило спичек. Когда спичка горит, их лучше слышно. Я думаю, они уже очень близко, поэтому спички и помогают.

– Не история, говоришь? – сказал доктор. Он повернулся в кресле и сложил губы так, как будто собирался свистнуть. И стал смотреть на потолок, точь-в-точь как тогда, когда Бобби поведал ему о конском волосе, который превратился в змею. – Не история, говоришь? Подожди. Я, кажется, вспомнил кое-что про Вольф 359. – Он подмигнул отцу мальчика. – А ты что знаешь об этом, Бобби?

– Думаю, там их дом, – сказал Бобби. – Что-то вроде Земли. Только там все в огне.

– Вероятно, так и должно быть, – заметил доктор. – Вольф 359 – звезда, такая слабая, что ее можно увидеть только в большой телескоп. Это одна из самых слабых звезд на нашем небе. Но это красная звезда, а, значит, очень горячая. Знаешь ли ты, как горяча кипящая вода?

– Ага.

– Но температура кипящей воды чуть больше 100 градусов, а температура Вольф 359 – примерно 3 миллиона градусов. Как же, по-твоему, люди могут там жить?

– Они не люди, – объяснил Бобби. – То есть не такие как мы. Они вроде как высокий огонь. Ну, что-то такое.

– Ты хочешь сказать, что они состоят только из огня? У них нет скелета или чего-то подобного?

– Примерно. – Бобби судорожно вспоминал слова, которыми можно было передать услышанные им мысли. – Внутри они из чисто... чистого углерода.

– Тогда, я думаю, у них нет иного выхода, – усмехнулся доктор. – А теперь скажи, Бобби, ты узнал, как они называются? Ну, мы, например, называемся люди.

Бобби покачал головой.

– Может быть, они как-нибудь и называются, но они про это не думали. Одного из них, он у их вроде капитана, зовут Шрксл. А остальных – я не знаю.

– Никаких имен, а? – сказал доктор. – Ну что ж, давай подойдем к этому делу с другой стороны. Что, ты говоришь, они собираются делать на Земле, когда прилетят?

– Все тут зажечь. А когда все будет гореть, остальные тоже сядут на корабли и прилетят сюда.

– Почему же они хотят поджечь Землю?

– Иначе они не смогут тут жить, – еще раз объяснил Бобби. – Они могут жить только там, где очень жарко.

– Но, – заметил доктор с победоносным выражением на лице, – температура Вольф 359 – 3 миллиона градусов. Так почему же они не могут остаться там?

– Потому что она остывает, – сказал Бобби. И подумал, что взрослым требуется очень много времени, чтобы что-то понять. – Очень скоро им станет слишком холодно и они погибнут. Поэтому им надо найти место, где есть много угля.

– Понятно, – сказал доктор. Он откинулся на спинку кресла и сложил кончики пальцев. – Так ты говоришь, они приземлятся завтра в нашем лесу?

– Ага.

– А как ты думаешь, почему они выбрали именно это место? У тебя есть какие-нибудь соображения на этот счет?

– Конечно. Они думают, что там, под землей, много-много угля, и если они его подожгут, все остальное тоже загорится – как... цепная... цепная реакция.

– Это должно что-то значить, – заметил отец Бобби, глядя на доктора. – В окрестностях университетского городка никогда не было никакого угля.

На лице доктора появилось странное выражение.

– Это не совсем так, Харлоу, – заметил он. – Недавно как раз под нашим лесом нашли очень богатые залежи угля. – И, понизив голос, добавил: – Мальчик, наверное, что-то об этом слышал.

Потом, повернувшись к Бобби, спросил:

– Что-нибудь еще?

– Ничего, сэр. Только, что надо предупредить всех в городе, чтобы они вышли, когда те прилетят. Мне кажется, они боятся воды, и может быть, пушек... По крайней мере, они боятся, что у нас найдется какое-нибудь страшное оружие.

– Конечно, надо что-нибудь предпринять, – поспешно согласился доктор, но по его тону Бобби понял, что это безнадежно. – А сейчас, пока мы с твоим отцом будем беседовать, ты можешь полистать журналы на том столе. Может быть, найдешь пару забавных рассказов.

Мальчик послушно отправился в дальний угол комнаты. Делая вид, что смотрит журналы, он напряженно вслушивался в то, что говорил доктор.

– Никаких причин для беспокойства, – говорил доктор в полголоса. – Детям свойственно считать, что такие вещи реальны... очень часто они верят, что друзья, которых они себе придумали, существуют на самом деле... не стоит его разочаровывать... просто направьте его воображение в более продуктивное русло... Почему бы вам не купить ему какой-нибудь набор химических реактивов для детей? Потрясающая вещь... Можно даже соорудить миниатюрную бомбу. Займитесь с ним этим, и он очень скоро забудет про Вольф 359. Хотя было бы интересно узнать, откуда он все это взял. Об этой звезде даже нет отдельной статьи в энциклопедии...

Бобби отложил журнал. Он вышел из кабинета вместе с отцом, но больше не говорил об огненных людях. По дороге домой отец попробовал заговорить о них, но Бобби только хмыкнул:

– Ах, это.

И бросил камень в воробья.

Остаток дня Бобби провел очень продуктивно. Он гонялся за соседским котом, повязал один из маминых бантов на хвост псу и ободрал обе коленки, катаясь на роликах.

На следующий день он встал очень рано. Он надел ковбойскую рубашку и штаны, привязал на пояс кобуру и сунул в нее ковбойский револьвер. Потом немного подумал, отыскал еще одну,

старую, кобуру, положил в нее свой многозарядный водяной пистолет, спрятал ее подмышкой (подальше от любопытных глаз) и выскочил из дома. И успел услышать, как мать сказала, облегченно вздохнув:

– Слава богу, он опять играет в кавбоев.

Он остановился обменяться парой слов с Сонни Элиоттом, который увидел у него кобуру и оценил ее значение.

– Куда идешь? – спросил Сонни.

– В лес, ответил Бобби. Он огляделся, нет ли кого поблизости, и пояснил:

– На нас сейчас нападут – он указал на небо. – Оттуда. Хочешь со мной?

– Да нет, – ответил Сонни. И добавил обиженно: – На прошлой неделе мы играли в войну с Марсом, и вы заставили меня быть марсианином. И вообще, я тут кое-что сооружаю.

У него был очень таинственный вид, но Бобби не поддался искушению. Он махнул рукой и побежал к лесу.

В лесу Бобби перебежал от дерева к дереву и старался двигаться так тихо, чтобы его не услышала ни одна белка. Через пару минут он добрался до небольшой поляны в глубине леса: он был уверен, что корабль опустится именно здесь. И стал ждать появления корабля, спрятавшись за огромным дубом.

И вот корабль появился, с шипением и каким-то беззвучным грохотом, от которого земля задрожала под ногами Бобби. Он пролетел между деревьями, как огромный, пульсирующий раскаленный шар, и опустился на поляну. Из-под него поползли струйки дыма, и чистый лесной воздух наполнился запахом гари. Зеленые листья, которые он задел во время приземления, мгновенно съежились и засохли.

Несколько минут корабль стоял неподвижно. От сухих листьев под ним поднимались язычки пламени. Потом большой квадрат на борту корабля засверкал и исчез. На его месте образовалось отверстие, из которого начал появляться огонь.

Огонь двинулся вперед, жадно закрутился в воздухе и начал обретать форму. Языки огня разделялись и разрастались. И вот уже на земле стоит дюжина огненных людей, и земля дымиться под их нетвердыми ногами.

Тела этих людей переливались красным и оранжевым, а головы были синими, почти цвета неба. Пламенные пришельцы оглядывались по сторонам в поисках скрытого под землей угля.

Скорчившись за деревом, Бобби Эдвардс («главнокомандующий войск университетского городка») мгновенно и совершенно бесшумно выхватил свой ковбойский револьвер и спустил курок. Раздался слабый треск, и огненные люди обернулись как раз вовремя, чтобы увидеть слабую вспышку. Их руководитель стал двигаться в сторону дерева, за которым прятался Бобби.

Какой-то миг огненный человек и земной мальчик внимательно смотрели друг на друга, и в этот миг мальчик понял, что никакой выстрел, никакая пуля не смогут остановить грозное пламя. Он выпрямился, бросил свой ковбойский револьвер в огонь и смотрел, как плавится металл.

А когда один из огненных людей, разгораясь все ярче, стал продвигаться к нему, он с ловкостью, которой позавидовал бы любой местный мальчишка, выхватил водяной пистолет.

Водяная струя ударила точно в цель. Вода начала с шипением испаряться. Огненный человек заколебался, отдавая частицу своей жизни пару, и Бобби Эдвардс выстрелил опять. Огненный человек, пытаясь зажать рану, превратился в источающий злое пламя оранжевый шар.

А струя воды била снова и снова. Языки пламени лизали рану и гасли. Вспышка за вспышкой, огненный человек расходовал свою жизнь, пока не расстался с ней в клубах пара. Тлеющие уголья посыпались на землю, и их последний вздох достался засохшим листьям.

Огненные люди и земной мальчик наблюдали, как захватчик, явившийся, чтобы завоевать Землю, расстается с жизнью.

Угасание углей стало толчком к действию. Огненные люди вдруг задрожали, замерцали охватившим их ужасом и бросились к кораблю. Входное отверстие ярко вспыхнуло и закрылось. Корабль начал источать жар, металл раскалился докрасна, и земля дрожала, когда огромный шар поспешно покидал землю. Один раз он вспыхнул в небе, как яркий всполох, и исчез.

В наступившей тишине слышался только треск разгорающихся сухих листьев. Огонь подобрался к засохшему дереву и взмыл вверх. Бобби Эдвардс повернулся и побежал к городку. По дороге он услышал вой сирены и понял, что пламя и дым заметили. Он даже успел мельком увидеть красную пожарную машину, которая мчалась по улице в направлении леса.

Дверь кабинета шумно захлопнулась, и Бобби остановился на пороге. Отец склонился над какой-то коробкой и вид у него был такой же довольный, как тогда, когда он любовался первой железной дорогой своего сынишки. Прежде чем Бобби успел вымолвить хоть слово, отец поднял голову и радостно сказал:

– Смотри, что у нас есть. Это один из самых новых наборов химических реактивов. Я как раз сейчас читал инструкцию. Если мы возьмем немного жидкости из этого пузырька и добавим...

Он продолжал возбужденно говорить, и Бобби стало интересно. Через несколько минут они оба уже были совершенно поглощены подготовкой мини-взрыва.

А городские пожарные тем временем заливали в лесу последние тлеющие головешки. Один пожарный наступил невзначай на кусок оплавленного металла и вдавил его глубоко в землю. Но набор химических реактивов оказался таким интересным, что Бобби даже не заметил утраты ковбойского револьвера.

Шрксл посадил корабль в Пламенном Порту и, тяжело дыша, пошел сквозь клубящийся огонь.

– Докладывает Шрксл, – подумал он своему командиру. – Один из нас погиб. Пртзл убит аборигеном мира, который мы посетили. Должен доложить, что третья планета от солнца, которое мы наблюдали, непригодна для заселения. В настоящее время на ней господствует местная форма жизни. Эти организмы очень плотные, и, следовательно, должны быть весьма слабо развиты и опасны. Одно такое молодое животное убило Пртзла и прогнало всех нас. Нам надо искать более цивилизованный мир.

Доклад Шрксла приняли, но не поверили ему. Огненные люди уже много столетий ловили мысли странных жителей третьей планеты. И сочли, что это могучая раса, ибо эти существа не боялись воды. И отнеслись к интеллекту этих существ с таким уважением, что многое позаимствовали у них и даже стали называть свой мир так же, как и они. И теперь огненные люди



решили, что жители третьей планеты подвергли Шрксла действию какого-то опасного излучения, которое помutilo его воображение.

Поиски мира, пригодного для заселения, продолжились.

А Шрксла вверили заботам огнедоктора. И скоро он так увлекся изготовлением миниатюрных водяных бомб, что совершенно забыл ужасы, пережитые им в тот день, когда он столкнулся лицом к лицу с чудовищем с чужого мира.

---

*От редактора.* Wolf 359 (GJ 406; CN Leo) находится от нас на расстоянии 2.4 пк. Это ближайшая к нам звезда после тройной системы  $\alpha$  Cen, звезды Барнарда и, возможно, еще нескольких слабеньких звезд. Wolf 359 – активная звезда спектрального класса M6 V, с сильной эмиссией в линии H $\alpha$ . Она временами очень сильно вспыхивает, ее блеск в лучах U во вспышках может возрасти на несколько звездных величин.

Звезда Wolf 359 была включена в программу поиска экзопланет, но никаких свидетельств наличия у нее спутников пока не найдено. Если бы у нее была планета в зоне обитания, условия на ней из-за вспышек были бы очень неблагоприятны для жизни.

Как одна из самых близких звезд, Wolf 359 привлекала внимание писателей-фантастов. Предлагаемый вниманию читателей рассказ интересен занимательным сюжетом. Наш альманах, однако, предназначен для аудитории, интересующейся астрономией, и мы обязаны обратить внимание на содержащиеся в рассказе астрономические ошибки. Рассказ написан десятилетия назад, и автор, по-видимому, всерьез полагал, что красные звезды – очень горячие. Когда говорят о температуре звезды, всегда имеют в виду температуру поверхности. Три миллиона градусов (в английском тексте рассказа – шесть миллионов градусов, но переводчик резонно предположил, что в англоязычном тексте имелись в виду градусы Фаренгейта) – совершенно нереальная температура для красного карлика, температура поверхности этой звезды ниже 3 тысяч Кельвинов. Автор, однако, правильно подозревает, что Солнце горячее, чем Wolf 359, но и на Солнце температура поверхности ниже 6000 К. Красные звезды, подобные Wolf 359, эволюционируют очень медленно, и остывание этой звезды вряд ли представляет серьезную опасность для огненных людей, которых удовлетворило бы, как говорится в рассказе, даже горение угля.



## Ответы на Астроанаграммы

Уран	Веста	Карме (спутник Юпитера)
Сатурн	Икар	Карпо (спутник Юпитера)
Марс	Геба	Атлас (спутник Сатурна)
Венера		Япет (спутник Сатурна)
Луна		
Тубан	Павлин	
Денеб	Насос	
Кастор	Рысь	
	Ворон	
	Корма	
	Кит	
	Телескоп	

**Уран** – седьмая по удалённости от Солнца, третья по диаметру и четвёртая по массе планета Солнечной системы, «ледяной гигант». Его открыл Уильям Гершель 13 марта 1871 г., расширив тем самым границы Солнечной системы. Уран – первая планета, открытая с помощью телескопа. Ось вращения Урана наклонена на  $98^\circ$ , поэтому он как бы лежит на боку. Это, пожалуй, главная загадка планеты. Почему она лежит на боку? Существует предположение, что во времена зарождения Солнечной системы Уран столкнулся с протопланетой, «положившей его на бок», а заодно изменившей направление его магнитной оси: ее сдвиг относительно оси вращения Урана достигает трети радиуса планеты. В 1986 г. космический аппарат «Вояджер-2» передал на Землю снимки Урана с близкого расстояния. На них видна «невзрачная» в видимом спектре планета без облачных полос и атмосферных штормов, характерных для других планет-гигантов. Однако впоследствии наземными наблюдениями удалось различить признаки сезонных изменений и увеличения погодной активности на планете. Скорость ветров на Уране может достигать 250 м/с (900 км/ч).

**Сатурн** – Шестая планета от Солнца и вторая по размерам после Юпитера планета Солнечной системы. Планета окружена мощной системой колец. Кольца не сплошные, они состоят из множества мелких спутников планеты.

**Марс** – четвертая от Солнца планета Солнечной системы. В телескоп можно наблюдать, периодические изменения в светлых и тёмных участках поверхности планеты, которые когда-то считали континентами и морями. Особенно заметны изменения в полярных шапках. Тёмные длинные линии на поверхности Марса некоторые наблюдатели принимали за ирригационные каналы для жидкой воды. И многие исследователи полагали, что на Марсе действительно есть вода в жидком состоянии, которая, возможно, поддерживает там жизнь. Сколько было написано научно-фантастических произведений, действие которых разворачивалось на Марсе и действующими лицами которых являлись марсиане! Самые известные из них – «Война Миров» Герберта Уэллса и «Марсианские хроники» Рея Бредбери. Но позднее было доказано, что большинство этих тёмных линий - лишь оптический обман. Зато на Марсе космические аппараты обнаружили структуры, невероятно похожие на русла высохших рек. И теперь многие уверены, что жидкая вода на Марсе все-таки была – в далеком прошлом. А жизнь? Марс изучают с Земли, к нему отправляют зонды, уже

6 лет на Марсе работает марсоход Curiosity, но «есть ли жизнь на Марсе, нет ли жизни на Марсе – наука не в курсе». До сих пор. Недавно Космическое агентство США запустило на Марс аппарат InSight. Он прибыл на планету 26 ноября 2018 г. и уже передал звуки марсианского ветра. Наверное, он нам еще многое расскажет...

**Венера** – вторая от Солнца планета Солнечной системы. Когда-то Венеру называли сестрой Земли: ее радиус 6051,8 км (95 % земного), масса —  $4,87 \cdot 10^{24}$  кг (81,5% земной), средняя плотность — 5,24 г/см<sup>3</sup>, ускорение свободного падения – 8,87 м/с<sup>2</sup>. Однако, как выяснилось, условия на Венере совсем не похожи на земные. Атмосфера Венеры, самая плотная среди атмосфер землеподобных планет, состоит главным образом из углекислого газа. Атмосферное давление на поверхности Венеры в 92 раза больше, чем на Земле. Венера – третий по блеску объект на нашем небе (после Солнца и Луны). Она намного ярче, чем даже самые яркие звёзды. Ее отличительный признак – ровный белый цвет. На нашем небе Венера всегда близка к Солнцу: в моменты элонгаций она может удалиться от него максимум на 47°. Как и у Меркурия, у Венеры есть периоды утренней и вечерней видимости. В телескоп, даже небольшой, можно без труда наблюдать изменение видимой фазы диска планеты (его впервые наблюдал Галилей в 1610 г.).

**Луна** – естественный спутник Земли. Наверное, нет на Земле человека, который бы не знал что-нибудь о Луне и хотя бы раз не смотрел на нее в бинокль. Луна – единственное космическое тело, на котором побывали люди, причем неоднократно. О Луне написано большое количество не только научных исследований, но и литературных произведений. У разных народов существует множество преданий и рассказов о том, как Луна появилась на небе. Но среди ученых единого мнения о происхождении Луны до сих пор нет.

**Веста** – крупнейший астероид главного пояса и по массе, и по размеру. Это единственный астероид, который вполне можно наблюдать невооружённым глазом. Весту открыл 29 марта 1807 г. Г.В. Ольберс; по предложению Карла Гаусса она получила имя римской богини дома и домашнего очага. Средний диаметр Весты 525 км, но форма довольно заметно отличается от шара, что не дает причислить ее к карликовым планетам. Один оборот Весты вокруг Солнца длится немного больше 3,5 лет.

**Икар** – небольшой астероид, который открыл 27 июня 1949 г. Вальтер Бааде. Он назван в честь персонажа греческого мифа. Из-за высокого эксцентриситета орбиты (почти 0,83) в процессе своего движения Икар значительно меняет расстояние от Солнца и пересекает орбиты всех планет земной группы. В перигелии Икар проникает внутрь орбиты Меркурия, приближаясь к Солнцу на расстояние до 28,5 млн км., оправдывая, таким образом, своё название: на таком расстоянии от Солнца его поверхность нагревается до температуры свыше 600° С. 16 июня 2015 г. Икар пролетел на расстоянии 8,1 млн км от Земли. В следующий раз астероид подойдет к Земле на расстояние 6,5 млн км 14 июня 2090 г.

**Карме** (Юпитер XI) – спутник Юпитера. Открыт в 1938 г. Назван в честь критской богини. Движение Карме по орбите ретроградно, то есть происходит в направлении, противоположном осевому вращению Юпитера.

**Карпо** (Юпитер XLVI) – спутник Юпитера. Открыт в 2003 г. Назван в честь греческой богини. Диаметр Карпо всего лишь 3 километра, это очень слабый объект 23-й звездной величины.

**Атлас, или Атлант** (Сатурн XV) – спутник Сатурна. Открыт в 1980 г. на снимках с аппарата «Вояджер-1», официальное название присвоено в 1983 г. Принадлежит к так называемым «спутникам-пастухам», своей гравитацией поддерживающим устойчивость колец Сатурна. Фотографии с космического аппарата «Кассини», полученные в 2005 г., показали необычную форму Атласа, напоминающую летающую тарелку.

**Япет** (Сатурн VIII) – третий по величине спутник Сатурна из 62 его известных спутников. Назван он в честь титана Япета, сына Урана. Открыт его в 1671 г. Дж. Кассини. Из-за того, что Япет всегда повернут к Сатурну одной стороной, а одно из его полушарий намного темнее другого, что подтверждают фотографии с космических аппаратов, спутник намного (на две звездных величины) ярче, когда он виден к западу от Сатурна, и слабее при расположении к востоку от планеты.

**Тубан** ( $\alpha$  Дракона) – звезда 3-й звездной величины. В 3500–1500 гг. до н.э. Тубан был самой близкой к северному полюсу мира достаточно яркой звездой, то есть в те времена заслуживал название полярной звезды.

**Денеб** ( $\alpha$  Лебеда) – самая яркая звезда в созвездии Лебеда. Слово «Денеб» по-арабски означает «хвост», что соответствует положению Денеба на старинных картах с фигурами созвездий.

**Кастор** ( $\alpha$  Близнецов) – вторая по блеску звезда в созвездии Близнецов. С 1678 года известен как двойная звезда. По современным данным, система Кастора состоит не менее чем из шести гравитационно связанных компонентов.

**Павлин** — созвездие южного полушария неба. Изображение Павлина впервые появилось на звездном глобусе диаметром 35,5 см, изготовленном П. Плациусом в Амстердаме в 1598 г. С территории России увидеть это созвездие нельзя.

**Насос** – созвездие южного полушария неба, доступное, однако, наблюдениям из южных регионов России. Название созвездия придумал в XVIII веке французский астроном Н. Лакайль (называвший его, однако, «Воздушный Насос»).

**Рысь** – созвездие северного полушария неба. В центральных регионах России – незаходящее созвездие. Польский астроном Ян Гевелий, который дал название этому созвездию в 1660 г., писал: «В этой части неба встречаются только мелкие звёзды, и нужно иметь рысьи глаза, чтобы их различить и распознать»

**Ворон** – созвездие южного полушария неба. В России лучшее время для его наблюдений – весна. Содержит три звезды ярче третьей величины. В созвездии Ворона находится радиант метеорного потока Корвиды.

**Корма** – созвездие южного полушария неба. Лежит в Млечном Пути, содержит 241 видимую невооруженным глазом звезду. Первоначально Корма была частью большого созвездия Корабль Арго, которое по инициативе Н. Лакайля было в 1752 г. разделено на три созвездия – Корма, Киль и Паруса. Северные части созвездия видны в центре России зимой.

**Кит** – экваториальное созвездие. Самые яркие звёзды –  $\beta$  Кита (Дифда, или Денеб Кайтос, второй звездной величины) и  $\alpha$  Кита (Менкар, звездная величина 2,5). Второй звездной величины достигает и замечательная переменная звезда Мира Кита, давшая название целому классу переменных звёзд – миридам. С периодом около 332 суток ее блеск меняется от максимума, когда она может оказаться

самой яркой в созвездии, до десятой звездной величины. Кит – древнее созвездие, оно включено в каталог Клавдия Птолемея «Альмагест» (II в. н.э.). Легенда гласит, что Кит – это чудовище, посланное Посейдоном, чтобы проглотить прикованную к скале Андромеду. Но Персей вступил с Китом в бой и превратил его в камень с помощью головы горгоны Медузы.

Легенда о Персее, Андромеде и Ките известна всем. Но мало, кто знает, что легенды о морских чудовищах, превращенных в камень, есть у многих народов. Так, в шотландской легенде об Ассипетле и Владыке Морском Змее герой проникает в брюхо чудовища, разжигает там огонь, и змей распадается на части, которые становятся Оркнейскими и Шетландскими островами, а самая большая часть – островом Исландия. Легенда утверждает: «В недрах его все еще горит огонь, тот самый, который когда-то зажег Ассипатл куском рдеющего торфа. Вот почему в этой холодной стране иные горы извергают пламя». Видимо, в подобных преданиях нашли отражения воспоминания о когда-то имевших место поднятиях суши, образовании вулканических островов и так далее.

Но это другая история.

**Телескоп** в наших загадках можно считать и астрономическим прибором, и созвездием. Созвездие Телескопа находится в южном полушарии, и в наших средних широтах увидеть его нельзя. Название предложил в середине XVIII века Н. Лакайль.



## Поэзия

**Александр Анатольевич Соловьев**

доктор физико-математических наук, ГАО РАН (Пулково)

*Весь мир – число.*

*Музыкальный лад – гармония числовых рядов. Вращение небесных сфер подчиняется той же гармонии чисел. Эту музыку сфер слышат боги на Олимпе, философы, поэты и астрономы...*

*Пифагоровы истины*

### **ПИФАГОРОВА МУЗЫКА СФЕР**

*...Есть высокие смыслы*

*в служенье*

*труду и науке,*

*Независимо от*

*капиталов, наград,*

*суеверий и вер,*

Пробивается в сны,  
    как едва различимые звуки,  
Пифагорова музыка сфер...

Эта музыка сфер... Эти чуть различимые звуки,  
Не дают нам забыть, для чего мы пришли в этот мир,  
Для чего нам даны  
    и взыскующий ум,  
    и умелые чуткие руки,  
И звезда зажжена, как зовущий вперёд ориентир.

Эта музыка сфер - то ли шорох январской пороши,  
То ли шелесты крыл за внезапно озябшей спиной,  
То ли тяжесть давно  
    на плечах ощущаемой ноши,  
Что без всяких затей называется просто... – судьбой?

Это наша судьба: как голодному хочется хлеба,  
Так и нам – каждый день, каждый час, каждый миг –  
Слушать голос высокого звёздного неба,  
Разбирать по слогам его трудный и тёмный язык!

Всё, что смог,  
    что однажды успел  
    испытать  
В этой жизни короткой и брэнной,  
На сплетеньях прямых  
    и надсадно-окольных дорог,  
Будет тонко мерцать  
    в обитаемой части Вселенной,  
Как фантомная боль,  
    как заочных свиданий залог!

Догоревший в ночи  
    и остывший в золе уголёк,  
Сохраняет в себе  
    прихотливый узор

*породившей его древесины,  
Так и мысли твоей,  
так и страсти твоей  
не напрасно пылал фитилёк,-  
Ляжет искристый  
тёплый мазок  
В живописную ткань  
неохватной вселенской картины!..  
27 декабря 2017-20 января 2018*

### **ЗА МИНУТУ ДО «КОФЕ-БРЕЙКА\*»**

Брызги плазмы Большого Взрыва,  
Мы – в полёте, торопимся жить...  
Две минутки до перерыва –  
Кофе-брейка... успеть... доложить...

Нам же есть что сказать хорошего,  
Вот ещё один миф развенчан!  
Тёмный Хаос вселенского крошева  
Хоть на капельку, но уменьшен!

Пусть не бог весть, какое открытие,  
Пусть не шаг на пути – шажок,  
В нём есть логика, есть наитие...  
Пазлик сложится – дайте срок!..

Эх, ещё бы хоть пару минуток...  
Мысль, прозрачная – на просвет! –  
Туго сжатая в промежуток  
Между жесткими «да» и «нет»,

Выгибается, как пружина –  
Нелинейно велик размах!..  
Заблуждений сухая глина  
Рассыпается в жёлтый прах!..

...Всё, начавшись с Большого Взрыва,  
Неизбежно однажды кончается...  
Есть минутка до перерыва –  
Кофе-брейка?.. – Доклад продолжается!..

*Кофе-брейк\* - перерыв между заседаниями на научных конференциях*

*2 ноября 2015*

## **ТЁМНАЯ ЭНЕРГИЯ**

*По данным современной космологии около 72% всей энергии-массы Вселенной приходится на долю так называемой «темной энергии». Более 24% составляет «темная материя» или скрытая масса. И только менее 4% - обычное барионное вещество, состоящее из известных нам элементарных частиц и образованных из них атомов и молекул, электромагнитное излучение которых мы можем наблюдать.*

*Два последних вида материи (скрытая масса и обычное вещество) подчиняются закону всемирного тяготения.*

*А вот темная энергия действует как антигравитация, раздувая Вселенную и обеспечивая ее ускоренное расширение в космологических масштабах, на миллиардах световых лет...*

Потаенно,  
В жажде неизменной  
Силу тяготенья превозмочь  
Тёмная Энергия Вселенной  
Тёмная Энергия Вселенной  
Тёмная Энергия Вселенной  
Век от века набирает мощь!

И летят, иных не зная практик,  
В пустоту, в неведомое, в ночь  
Жаркие соцветия галактик,  
Удаляясь друг от друга прочь!

Звёзды отгорают, рассыпаясь  
Искрами на плазменных ветрах,  
Солнцами из праха возрождаясь,  
Вновь покорно обращаясь в прах...

...Давит нас вселенской боли мука:  
Видно, в мире, что ни говори! –  
Побеждает Тёмная Разлука  
Силу тяготения Любви!

...Лишь в одном находим утешенье:  
В том масштабе, что для сердца мил,  
Теснота земного притяженья  
В поле неизбежного сближенья  
Превышает действие всех сил!

*24-25 ноября 2006 года*



## НА ПУЛКОВСКОМ ХОЛМЕ

### I

Жемчужны сумерки на пулковском холме,  
Алмазны звезды в облачных просветах,  
И купола, плывущие во тьме,  
Таинственны, как пьесы без сюжетов,

Где только список действующих лиц  
Объявлен для текущего сезона,  
Фамильный перечень актеров и актрис,  
Глядящих в синий сумрак небосклона

Сквозь прорезные щели куполов,  
Как сквозь кулисы старого театра...  
О, сколько потрясателей основ,  
Блеснув сегодня, отпылают завтра!..

Ничтожно коротка научная стезя  
На миллиардолетиях Вселенной,  
Так в океан упавшая слеза  
В нем растворится капелькой мгновенной...

Так наша Мысль – лишь малый квант, фотон  
В сумятице парсеков и столетий...  
Но он – живой!..  
Ещё не поглощён,  
Еще летит,  
ещё свободен он,  
Во мраке ночи жаркой искрой светит!

### II

Еще летит судьбы моей звезда,  
Пусть не много выше горизонта,  
Невысоко, но это – не беда,  
Я не нуждаюсь в карточках дисконта!

Я не ищу ни славы, ни фанфар,  
Признание завистливых собратий  
Мне не грозит... Я берегу свой дар  
От слишком тесных дружеских объятий!

Вот потому на пулковском холме,  
Жемчужном от закатного свеченья,  
Так одиноко, так пустынно мне  
Перед лицом вселенского вращения.

Хрустальный звон пифагорейских сфер  
Все отдаленней, призрачней, выше...  
Холодный мир предвычисленных мер,  
Не знающий ни страха, ни химер,  
Печалей сердца моего не слышит!

2009

## **ПУЛКОВСКИЕ СНЕГА**

Снега лежат на Пулковских высотах  
Лежат, как отражение эпох,  
В чьих протяжённых зыбких изофотах  
Вселенский Взрыв, рассеявшись, заглох!

Следы времён в деревьях, камнях, водах  
Не стёрты миллиардами парсек...  
Щедра в земных творениях Природа,  
Велик в своих прозрениях Человек!

Но...- снег идет...

Глухое время года.

На Пулковских высотах – тишина...

Упорный труд,

Любовь,

Семья,

Свобода –

Мечта у всех, во все века! – одна...

Мечта – одна.

Реальность – многолика.

Страна опять, как век назад, больна:

Вновь нами правит воровская клика,

Всё выше отчуждения стена...

И вызовы эпохи всё страшнее –

Всё ближе гул грядущих катастроф...

И ни герой, ни царь, ни Саваоф

Не сделают нас выше и умнее!..

Снега лежат на Пулковских высотах,

Тяжёлые, слоистые снега...

Душа – как мёд в глубоких тайных сотах,

А сверху – холод, ветер да пурга...

*31.12.2010*

## **ЯНВАРСКИЙ ЛУЧИК**

В январе пораздвинулись тучи,

И в просвете высоких небес,

Лучик...- слабенький, тонкий, летучий –

Просверкнув на мгновенье, исчез...

Но и этого краткого мига

Нам хватило, чтоб вспомнить, прозреть:

Златокудрого Феба квадрига

Продолжает по небу лететь!..

Пусть весна еще очень нескоро,

Пусть дороги не раз заметёт...

Пусть с экранов запальчиво врёт

Депутатов зажавшихся свора...

Это всё – лишь капризы Погоды,

Мельтешенье изменчивых сил...

Есть края, где светлы небосводы,

Где закаты ясны и восходы,

Где струящийся воздух свободы,

Не сминает расправленных крыл,

Есть тропинки, пути, переходы,

По которым никто не бродил!

...Сквозь январские низкие тучи

Он проклюнулся, тонкий, как нить,

Мимолетный, трепещущий лучик:

«Будем жить, – просиял, – будем жить!»

11.01.2011

## **МОЕЙ МАЛОЙ ПЛАНЕТЕ**

*Имя АЛЕКСОЛА ( АЛЕКСандрСОЛовьев) в 2000 году присвоено Международным астрономическим Союзом малой планете № 7910*

По какой неизбежной орбите

Из несбывшихся в юности снов

Ты мне послана?!.

Наша обитель -

Вся бессонница звездных миров!

Мы летим сквозь туманность Разлуки,

И полету не видно конца,  
До предела натянуты луки  
В промелькнувшем созвездье Стрельца!

Нам пульсары маячат сквозь морок,  
Вспышки Новых, трассируя путь,  
Сыплют жаркий, искрящийся порох  
На застывшую млечную ртуть!

В неизвестность уходит орбита,  
Бесконечностью душу знобя...  
Сквозь дрожащее звездное сито  
Камни будущих метеоритов  
Пролетают, крутятся деловито,  
К беззащитной планете Земля!..

*25 мая 2000*

## **В АЛЛЕЯХ ПУЛКОВА**

По тер-ри-то-рии  
                  об-сер-ва-то-рии,  
С улыбкой грусти на устах,  
Крутя травиночку в зубах,  
Я, как в эдемских садах,  
Блуждал  
                  по странной  
                  тра-ек-то-рии!..  
О, где витал я в этих снах!  
Со мной о звёздах музы спорили...  
О чем мечтал я?  
                  – О теории!  
В чем душу выразил?  
                  – В стихах!

.....  
Так мне виталось в дни далёкие,  
Так написалось в тех годах,  
Когда холмами невысокими  
Казались горы в ледниках...

Теперь я сам стою на взгорочке,  
К вершинам голову задрал,  
Лежат стихи на дальней полочке,  
Горчит травинка на губах...

1976–1996

## МИРОВАЯ БОЛЬ

Холодными, как лёд, бывают руки,  
Душа бывает холодна, как лёд,  
Холодный голос первозданной муки  
О вечном, черном хаосе поёт...

Свет слабых звезд на дне колодцев темных –  
Он холоден, как ночь, как пустота...  
Но как пылают губы всех влюблённых,  
Как горячо нежна их нагота,

Когда порыв любви несовершенной,  
Еще не знавшей скорби и вины,  
Соединит их в радости блаженной –  
И что им тень кладбищенской стены!?

И этот край бездонного колодца,  
И этих звезд рассыпанная соль!?  
Ах, если б знать, что мировая боль  
Влюблённых душ и вправду не коснётся!..

1986

## ТЕОРЕТИК

Я – теоретик.  
Верую в модели,  
В игру и блеск раскованных идей,  
Я верую в любимых мной людей –  
Ряды их так обидно  
Поредели!  
Я знаю  
Уйму разных теорем,  
Украшенных витийством доказательств,  
Я знаю цену дружеских приятельств  
И логику расчетливых  
Измен...  
Я понимаю:  
Мир суров... И труден  
В нем каждый шаг, направленный вперед,  
В нем черепашня перевалка буден  
Надежнее, чем птичий

Перелет!..  
Но... –  
надоело жить по-черепашьи,  
И клясть судьбу за неразвие крыл!..  
И я –  
лечу!.. –  
Как шар с Пизанской башни,  
Что Галилею истину  
Открыл!..  
Я – теоретик.  
Рассчитать орбиту –  
Нетрудная задача, если знать,  
Куда лететь и где упасть, разбиту,  
И как в полете с миром связь  
Держать...  
*1974–1994*

## **ВЕТОЧКА**

Поблекнут звезды в утренней купели,  
– Который час? –  
проснувшись, спросишь ты.

Пленительная, теплая... в постели  
Потянешься... чтоб сны твои успели  
Вернуться в край, откуда прилетели,

Раскинешь руки, чуть согнешь колени  
Точеные... – так нежатся цветы...

Так по стволам жемчужной бересты  
Скользят рассвета розовые тени...

Мерцанием смущенной наготы  
Ты светишься, как веточка сирени!..  
1996

## **НА ЯЗЫКЕ ЛЮБВИ**

О, как же мы с тобой в былые наши дни  
Друг друга с полуслова понимали...  
Тогда мы речь вели на языке Любви,  
Сейчас мы говорим – на языке Печали!

О, как же мы легко в те молодые дни

Добро и Зло по жизни различали...  
Прозрачен был наш мир в Неведенье Любви,  
Сейчас мы смущены Всеведеньем Печали!

О, как же мы тогда ни тяжести Земли,  
Ни замкнутости сфер не замечали...  
Магический кристалл Возвышенной Любви  
Еще не предвещал Остуды и Печали!

Какие б грозы нас из века век ни жгли,  
Какие бы нас бури ни качали,  
Мы верили в закон Всесилия Любви,  
Еще не ощутив Бессилия Печали!

...Наивность юных лет, как ниточку, – продли!  
Пусть мы с тобой побед не отмечали  
И молодость вернется к нам едва ли...  
Слагаются стихи – на языке Любви,  
Хотя звучат порой – на языке Печали...

2009

