

О. Н. КОРОТЦЕВ

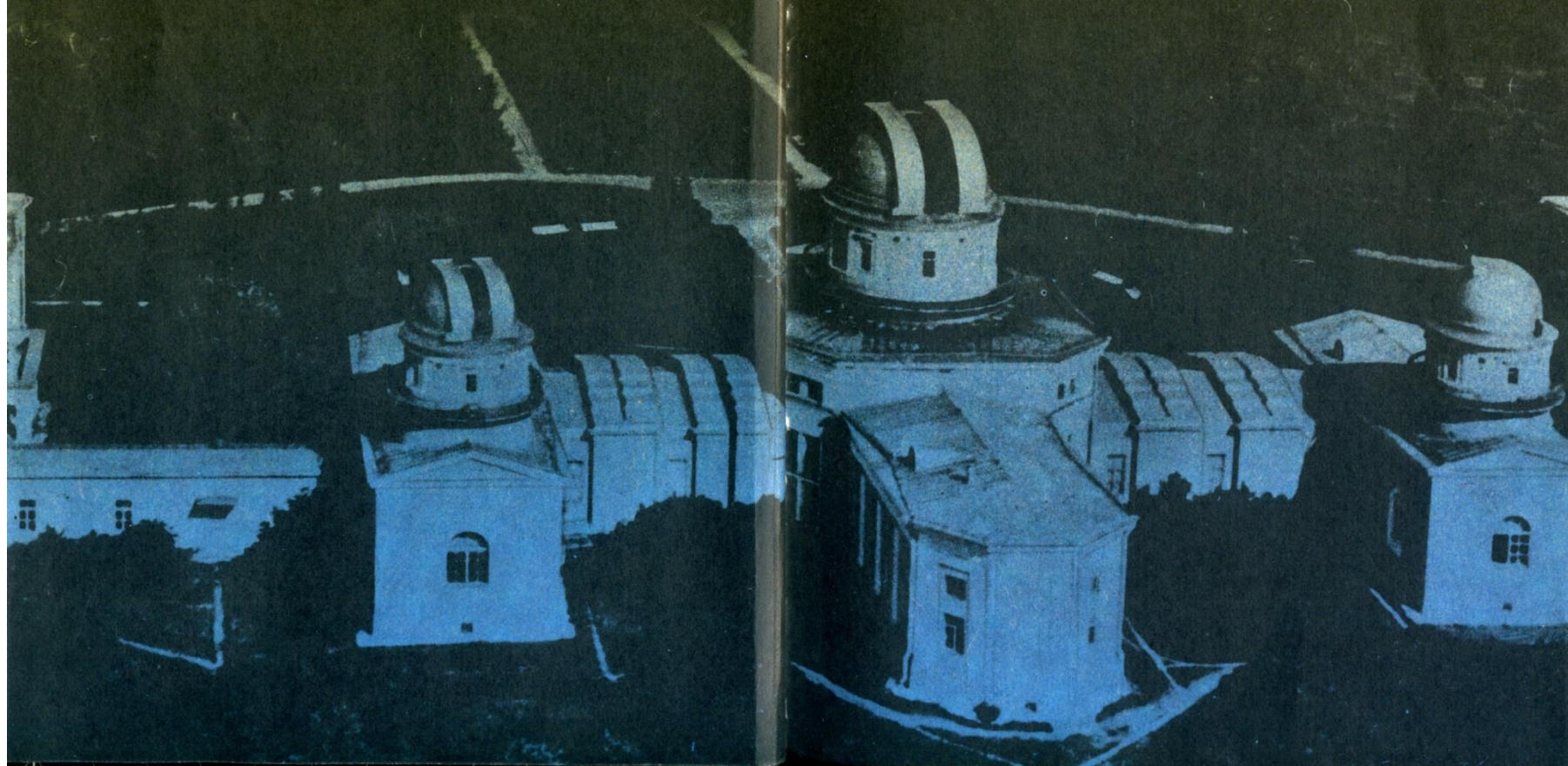
ЗВЕЗДЫ ПУЛКОВА



ЗВЕЗДЫ ПУЛКОВА

О. Н. КОРОТЦЕВ

Очерки
о Пулковской
обсерватории
и астрономах-
пулковцах



227(осн)

Секрет
Крас.

г. Ленинград

№ 49
(Бисл)

О. Н. КОРОТЦЕВ

ЗВЕЗДЫ ПУЛКОВА

В дар
Музею Боевой славы
4-го гвардейского истребительного
авиационка
с наилучшими пожеланиями
от автора.

О. Коротцев,

Ленинград,
1 марта 1990 г.

Секретарь 188 ср. школы
г. Ленинград

ЛЕНИЗДАТ
1989

22.6
К68

Рецензент — ученый секретарь ГАО АН СССР
кандидат физико-математических наук
Ю. И. ВИТИНСКИЙ

Редактор Э. Ф. Кузнецова

К $\frac{1605010000-133}{M171(03)-89}$ 91—89
ISBN 5-289-00335-5

© Лениздат, 1989

Ум человеческий открыл много
дикуинного в природе и откроет еще
больше, увеличивая тем свою власть
над ней...

В. И. ЛЕНИН

К ЧИТАТЕЛЮ

Дорогие друзья!

Перед вами — не совсем обычная научно-популярная книга о Пулковской обсерватории — Главной астрономической обсерватории Академии наук нашей страны.

Эта книга и об астрономах-пулковцах, ведущих точнейшие наблюдения звезд, это и дань благодарности ратному подвигу тех, кто защищал Пулковские высоты в годы Великой Отечественной войны. Но главная тема повествования — астрономия, наука о небесных светилах, о строении и развитии Вселенной.

При слове «астрономия» в представлении большинства людей тотчас же возникают мерцающие в ночном небе звезды, труба телескопа, выглядывающая сквозь раздвинутые створки серебристого купола наблюдательной башни, и ученый, прикинувший глазом к окуляру телескопа... Так действительно было еще несколько десятков лет тому назад. Теперь же научно-технический прогресс изменил методы астрономических наблюдений. Сейчас телескопы снабжены чувствительными приемниками света, заменяющими глаз человека, а обработка полученных результатов ведется с помощью ЭВМ. Наблюдатель лишь следит за работой автоматической аппаратуры.

Конечно, изложить все, что связано с деятельностью Пулковской обсерватории за полтора века ее существования, в небольшой книге невозможно. Автор и не стремился к этому. Он рассказывает о том, что может вызвать интерес у любознательного читателя, направляя его внимание на важнейшие научные проблемы и современные методы исследования Вселенной. Читая страницу за страницей, вы не только почувствуете романтику нелегкого труда астронома-наблюдателя, но как бы вместе с ним совершите путешествие в дальние страны для наблюдений южных звезд, «послушаете радиоголоса» галактик и загадочных квазаров...

В этой книге вы найдете ответ на вопрос: зачем нужна астрономия, какую пользу приносит людям изучение звезд и планет? Об этом хорошо сказал советский космонавт Виктор Петрович Савиных: «Все космонавты, летчики, штурманы, капитаны и люди многих других специальностей должны хорошо знать астрономию. А для этого нужна пропаганда науки о Вселенной с самого раннего детского возраста». И книга «Звезды Пулкова» служит этой цели. Автор стремится везде довести рассказ до «сегодняшнего дня». Поэтому вы сможете познакомиться со многими достижениями с «переднего края» астрономической науки. Примеры гражданского патриотизма советских астрономов, сочетающегося с их бескорыстным, порой самоотверженным трудом, оказывают большое эмоциональное воздействие.

К ЧИТАТЕЛЮ

Увлекательное изложение, умение рассказать о сложных явлениях простыми и понятными для любого читателя словами, достоверность исторических и научных фактов — все это привлечет к книге «Звезды Пулкова» ваше внимание. Каждый, кто интересуется наукой о Вселенной, прочтает ее с пользой для себя. А новые научные знания, почерпнутые из этой книги, окажут благотворное влияние на формирование вашего научного мировоззрения и будут полезны на протяжении всей вашей жизни.

Итак, вы вступаете в мир неизведанного... Вас ждут многие удивительные факты и интересные открытия!

М. С. ЗВЕРЕВ,
член-корреспондент
Академии наук СССР

К югу от Ленинграда, на высоком холме, расположилось необычное здание с серебристыми куполами. Это Главная астрономическая обсерватория Академии наук СССР, известная во всем мире как Пулковская обсерватория. В 1989 году ей исполняется 150 лет.

Конечно, многие слышали о Пулковской обсерватории, но мало кто знает, чем собственно она занимается и для чего предназначена. Так, например, довольно часто в обсерваторию обращаются с вопросом: «Какая будет завтра погода?» Или спрашивают: «Каков уровень воды в Неве, и нет ли угрозы наводнения?» Некоторые высказывают свои опасения, обнаружив светлые круги около Солнца и Луны и другие подобного рода «астрономические явления»... Между тем все эти вопросы — из области метеорологии, науки о земной атмосфере и происходящих в ней процессах, и к астрономии не относятся.

Предмет изучения Пулковской обсерватории — далекие небесные светила. Они интересуют астрономов как сами по себе, так и в приложении к нашей повседневной жизни.

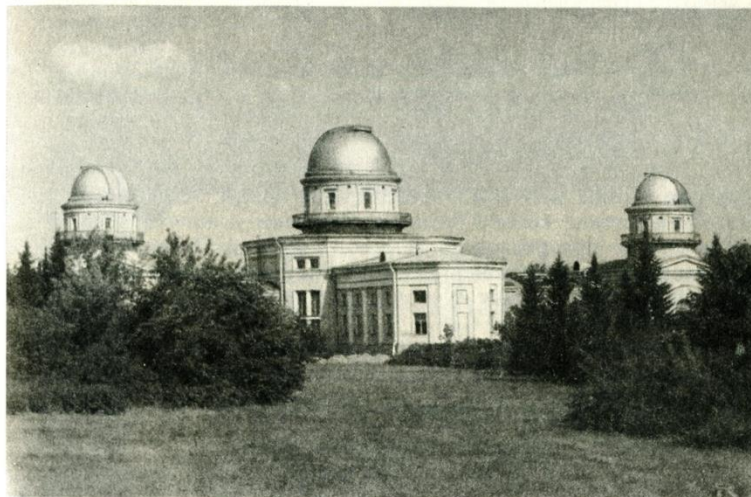
Уже в первые годы своего существования обсерватория уверенно заявила о себе всему научному миру. Труды пулковцев стали примером для астрономов всех стран. Многие иностранные ученые специально приезжали в Пулково, чтобы познакомиться с постановкой здесь научной работы и поучиться высокому искусству наблюдений.

«Ни один астроном не может считать себя вполне усвоившим современную наблюдательную астрономию в ее наиболее разработанной форме, если он не познакомился с Пулковской обсерваторией», — сказал однажды директор Гринвичской обсерватории, королевский астроном доктор Джордж Эри (1801—1892). Он же авторитетно утверждал: «Одно пулковское наблюдение стоит по меньшей мере двух, сделанных где бы то ни было в другом месте».

О высокой точности измерений пулковских астрономов известны высказывания и других ученых. Все они подтверждают большое значение Пулковской обсерватории для развития мировой науки.

Слава Пулкова связана не только с научной деятельностью отечественных астрономов, но и с боевыми подвигами защитников города Ленина.

Пулковские высоты не раз становились местом кровопролитных боев с врагами Советской власти. В 1917 году, на третий



Главное здание Пулковской обсерватории (вид с южной стороны).

Памятник героям-гвардейцам вблизи главного здания Пулковской обсерватории.



день после свершения Великой Октябрьской социалистической революции, красногвардейцы буквально у стен обсерватории разгромили войска Временного правительства. А два года спустя, в октябре девятнадцатого, на подступах к Пулкову была разбита белогвардейская армия генерала Юденича, угрожавшая революционному Петрограду.

Но самые тяжкие испытания выпали на долю защитников Пулкова в годы Великой Отечественной войны. 18 сентября 1941 года фашистские войска были остановлены в полутора километрах к югу от обсерватории. И с этого дня на Пулковских высотах завязались ожесточенные бои. Маршал Советского Союза Георгий Константинович Жуков характеризовал их как бои крайнего напряжения.

Господствующее положение Пулковских высот вблизи огромного города имеет важное стратегическое значение, и враг пытался ими овладеть. Он не раз предпринимал яростные атаки. Но защитники высот стояли насмерть. Для них это был последний рубеж обороны. Позади был Ленинград...

В течение 850 дней Пулковская обсерватория находилась на линии фронта. Под непрерывными вражескими артобстрелами и бомбежками она рушилась прямо на глазах и погибала как солдат — на боевом посту. Но фашисты, рвавшиеся к Ленинграду, не прошли.

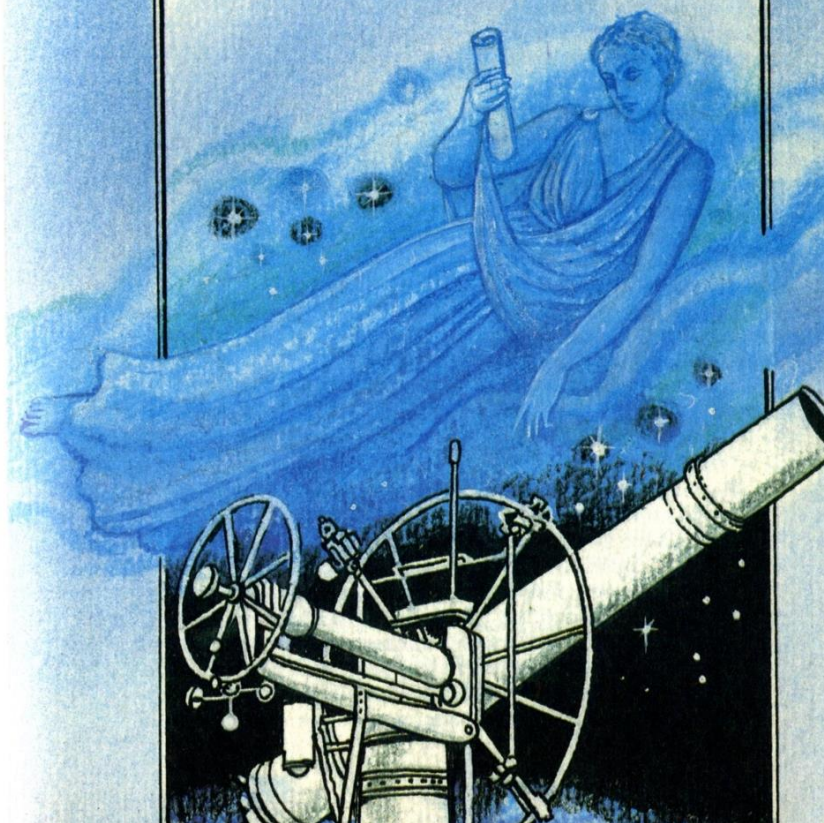
Отсюда, с Пулковского бастиона, 15 января 1944 года по захватчикам был нанесен сокрушительный удар, приведший к снятию блокады с осажденного города. От Пулковских высот началось затем победоносное наступление советских войск.

Далеко не всем воинам-пулковцам довелось встретить День Победы и увидеть второе рождение обсерватории. Прах погибших захоронен на северном склоне холма, который благодаря их мужеству и отваге стал для врага неприступной крепостью. Каждый год Девятого мая мы приносим к их могилам цветы.

...Пройдут годы, а Пулковские высоты по-прежнему будут дороги людям, ибо здесь, на священной пулковской земле, слились воедино научный и ратный подвиг советского народа.

1

„СЛАВНЕЙШАЯ ИЗ МУЗ УРАНИЯ”





Обсерватория строится

Огромные просторы нашей Родины к началу XIX века были плохо изучены, а многие ее области совсем не имели географических карт. Между тем в стране уже строились фабрики и заводы, расширялся горный промысел, к местам новых поселений прокладывались дороги. Для успешного хозяйствования все настоятельнее требовались подробные карты местности.

Отечественная война 1812 года с полчищами Наполеона тоже показала, как порой трудно одержать победу в сражении, когда под руками нет карт. Не раз бывало, что из-за отсутствия карт та или иная задуманная военная операция не приводила к успеху.

Первый серьезный шаг в картографировании России должны были сделать астрономы.

Но почему астрономы? Они наблюдают звезды... А разве это имеет хотя бы малейшее отношение к составлению карт?

Оказывается, имеет, самое прямое.

Вы знаете, что географическая карта — это уменьшенное изображение выпуклой земной поверхности на плоскости. Для соблюдения относительных размеров местных предметов и расстояний между ними любая карта строится на точной математической основе. Такой исходной основой являются астрономические пункты, или точки с известными

географическими координатами. Именно их координаты и определяются из наблюдений звезд.

Затем между астропунктами «сгущаются» триангуляционные сети*. Опорные точки этих сетей служат для топографических съемок. И уже топографические планшеты используются картографами в качестве исходного материала для составления карт различного назначения.

В наше время полевые съемки, требующие большого труда, вытесняются аэрофотосъемкой. В отдельных случаях для составления карт используются фотографии земной поверхности, сделанные из космоса. Но суть дела от этого не меняется. Координаты исходных астрономических пунктов, как и раньше, узнают исключительно с помощью наблюдений звезд.

Итак, наблюдая звезды, можно определить широту и долготу места наблюдения, то есть положение любого пункта на земном шаре. Поэтому для географического изучения России строительство новой обсерватории и подготовка в ее стенах геодезистов, владеющих способами высокоточных измерений, было делом исключительно важным. Оно диктовалось необходимостью экономического развития страны, потребностями мореплавания и обороны. Существовавшая в Петербурге академическая обсерватория (там, где ныне находится музей М. В. Ломоносова) не могла справиться с грандиозными задачами по картографированию обширной территории России.

Создание новой обсерватории было возложено на Василия Яковлевича Струве (1793—1864), ученого с мировым именем. Местом для нее Струве выбрал Пулковскую гору, находящуюся в непосредственной близости от Петербурга. Он считал, что окруженная лугами, не дающими пыли, она удобна для астрономических наблюдений. Академическая же обсерватория на Васильевском острове значительную часть времени бездействовала из-за замутненной и весьма беспокойной атмосферы, особенно зимой, когда вокруг в домах топились печи.

Пулковский холм привлек внимание Струве еще и потому, что он был расположен южнее Петербурга. А по требованиям, предъявляемым к условиям наблюдений, южная сторона неба, которая чаще всего интересует астрономов, должна быть «чистой» и не «подсвеченной» огнями большого города (в Южном полушарии Земли таким требованиям должна удовлетворять северная сторона неба).

В один из мартовских дней 1834 года по утреннему морозцу из Петербурга к Пулкову был снаряжен необычный обоз. Вереница саней, груженных бревнами, досками, кирпичом и другими

* Триангуляция — метод построения на земной поверхности сети плановых опорных пунктов, служащих для геодезических измерений и топографических съемок. Об этом рассказывается в V главе, в очерке «Не шар, не эллипсоид, а... груша!».



Обсерватория строится

Огромные просторы нашей Родины к началу XIX века были плохо изучены, а многие ее области совсем не имели географических карт. Между тем в стране уже строились фабрики и заводы, расширялся горный промысел, к местам новых поселений прокладывались дороги. Для успешного хозяйствования все настоятельнее требовались подробные карты местности.

Отечественная война 1812 года с полчищами Наполеона тоже показала, как порой трудно одержать победу в сражении, когда под руками нет карт. Не раз бывало, что из-за отсутствия карт та или иная задуманная военная операция не приводила к успеху.

Первый серьезный шаг в картографировании России должны были сделать астрономы.

Но почему астрономы? Они наблюдают звезды... А разве это имеет хотя бы малейшее отношение к составлению карт?

Оказывается, имеет, самое прямое.

Вы знаете, что географическая карта — это уменьшенное изображение выпуклой земной поверхности на плоскости. Для соблюдения относительных размеров местных предметов и расстояний между ними любая карта строится на точной математической основе. Такой исходной основой являются астрономические пункты, или точки с известными

географическими координатами. Именно их координаты и определяются из наблюдений звезд.

Затем между астропунктами «сгущаются» триангуляционные сети*. Опорные точки этих сетей служат для топографических съемок. И уже топографические планшеты используются картографами в качестве исходного материала для составления карт различного назначения.

В наше время полевые съемки, требующие большого труда, вытесняются аэрофотосъемкой. В отдельных случаях для составления карт используются фотографии земной поверхности, сделанные из космоса. Но суть дела от этого не меняется. Координаты исходных астрономических пунктов, как и раньше, узнают исключительно с помощью наблюдений звезд.

Итак, наблюдая звезды, можно определить широту и долготу места наблюдения, то есть положение любого пункта на земном шаре. Поэтому для географического изучения России строительство новой обсерватории и подготовка в ее стенах геодезистов, владеющих способами высокоточных измерений, было делом исключительно важным. Оно диктовалось необходимостью экономического развития страны, потребностями мореплавания и обороны. Существовавшая в Петербурге академическая обсерватория (там, где ныне находится музей М. В. Ломоносова) не могла справиться с грандиозными задачами по картографированию обширной территории России.

Создание новой обсерватории было возложено на Василия Яковлевича Струве (1793—1864), ученого с мировым именем. Местом для нее Струве выбрал Пулковскую гору, находящуюся в непосредственной близости от Петербурга. Он считал, что окруженная лугами, не дающими пыли, она удобна для астрономических наблюдений. Академическая же обсерватория на Васильевском острове значительную часть времени бездействовала из-за замутненной и весьма беспокойной атмосферы, особенно зимой, когда вокруг в домах топились печи.

Пулковский холм привлек внимание Струве еще и потому, что он был расположен южнее Петербурга. А по требованиям, предъявляемым к условиям наблюдений, южная сторона неба, которая чаще всего интересует астрономов, должна быть «чистой» и не «подсвеченной» огнями большого города (в Южном полушарии Земли таким требованиям должна удовлетворять северная сторона неба).

В один из мартовских дней 1834 года по утреннему морозцу из Петербурга к Пулкову был снаряжен необычный обоз. Вереница саней, груженных бревнами, досками, кирпичом и другими

* Триангуляция — метод построения на земной поверхности сети плановых опорных пунктов, служащих для геодезических измерений и топографических съемок. Об этом рассказывается в V главе, в очерке «Не шар, не эллипсоид, а... груша!».



Василий Яковлевич Струве — основатель и первый директор Пулковской обсерватории.

строительными материалами, с натугой вползала на гору. Аккуратно разгрузив поклажу, возчики направлялись за новыми грузами.

А на вершине холма, расчищенного от снега, шла разбивка контуров будущей обсерватории. Это ответственное дело было поручено астроному Егору Николаевичу Фуцу (1806—1854). Он же наметил центр главного здания астрономической обсерватории и с помощью угломерного инструмента — теодолита определил направление Пулковского меридиана. Пожалуй, самого знаменитого меридиана на Земле. И так получилось, что Пулковский меридиан почти сов-

пал с Московским шоссе (теперь это Московский проспект). Он пересек Сенную площадь (площадь Мира), прошел невдалеке от шпиля Петропавловской крепости и места, на котором ныне стоит обелиск, отмечающий место дуэли А. С. Пушкина.

Лет через сто (после выхода в свет известной поэмы Веры Инбер) Пулковский меридиан переживет свое второе рождение и станет символом стойкости, мужества и бесстрашия ленинградцев, символом их беспредельной любви к своему городу.

К концу 1834 года были закончены фундаменты зданий, а 21 июня 1835 года в торжественной обстановке состоялась церемония закладки обсерватории. Под первым камнем строители замуровали платиновую медаль с изображением будущей обсерватории в обрамлении знаков Зодиака*. Туда же положили несколько монет выпуска 1835 года и медную позолоченную пластинку с выгравированными фамилиями: выдающегося русского архитектора академика Александра Павловича Брюллова (1798—1877), автора проекта обсерватории, и членов строительной комиссии.

Пока обсерватория строилась, за границей — в Англии и Германии — для нее изготовлялись лучшие по тому времени инструменты. Эту заботу с самого начала возложил на себя сам Струве. И получилось так, что по оснащению астрономическими прибо-

* Зодиак — пояс на небесной сфере, состоящий из 12 созвездий, в каждом из которых Солнце ежегодно находится приблизительно по одному месяцу.

рами Пулковская обсерватория сразу же стала лучшей и крупнейшей в мире. Затраты на ее строительство и оборудование составили немалую сумму: 600 тысяч рублей серебром.

Главное здание обсерватории было выполнено в виде трех высотных объемов, разделенных низкими деревянными павильонами. Середина здания была увенчана большой круглой башней с конической крышей. Две башни поменьше возвышались по краям строения. Между этими башнями находились павильоны со сквозными прорезями в стенах. Напротив прорезей-щелей были установлены так называемые меридианные инструменты, предназначенные для наблюдений звезд. Во время дождя и снегопада прорези закрывались специальными дверцами-люками. Такие же прорези для наблюдений небесных светил имелись и в башнях, где были установлены телескопы. Только внизу, в павильонах, щели имели всегда одно и то же направление — с севера на юг, то есть были ориентированы вдоль Пулковского меридиана, а во вращающихся башнях они могли быть направлены в любую сторону горизонта — в зависимости от местоположения на небе наблюдаемого светила.

Достойна всяческого одобрения замечательная цельность проекта обсерватории. В нем все было заранее продумано и предусмотрено. Даже парк и окружающие обсерваторию аллеи были спланированы так, чтобы защитить обсерваторию с ее уникальными инструментами от проникновения пыли и ослабить вредное влияние сильных ветров на точность наблюдения.

Пулковская обсерватория (вид со старинной гравюры).



19 августа 1839 года в присутствии видных ученых и иностранных послов состоялось торжественное открытие новой российской астрономической обсерватории. По названию села, приютившегося на пологом склоне холма, обсерватория была названа Пулковской.

Прошло немного времени, и Пулковская обсерватория стала образцовой среди астрономических обсерваторий всего мира. С ее постройкой начался подлинный расцвет русской астрономии. Сбылось пророчество великого Ломоносова о том, что «славнейшая из муз Урания* утвердит преимущественно жилище свое в нашем отечестве».

Первый директор

Сегодня, видимо, не найти у нас человека, не знающего о Пулковской обсерватории. Научные труды пулковских ученых широко публикуются не только в нашей стране, но и за рубежом. Многие знакомы с пулковскими астрономами по университетским и научно-популярным лекциям. Многие бывали в обсерватории в качестве экскурсантов, а среди ветеранов войны нередко можно встретить тех, кто в Великую Отечественную защищал колыбель Октября на огневом Пулковском рубеже.

150 лет продолжается звездная вахта астрономов-пулковцев. С обсерваторией связана целая эпоха в развитии отечественной и мировой науки. Давайте, читатель, совершим сейчас воображаемую экскурсию по знаменитой обсерватории, название которой звучит гордо — Главная астрономическая обсерватория Академии наук СССР. Отсюда, от серебристых башен Пулкова, начинается трудный, но увлекательный путь к звездным мирам Вселенной...

Рейсовый ленинградский автобус останавливается у самых ворот астрономического городка. Выйдя из машины, направимся по дороге направо, к главному зданию обсерватории. Оно расположено на высоте 75 метров над уровнем моря.

Главный вход в обсерваторию — с северной стороны здания. Он имеет вид портика — крытой галереи с двумя колоннами. По бокам в нишах — статуи великих астрономов Коперника и Галилея. Над дверями римскими цифрами изображен год окончания постройки: MDCCCXXXIX.

Следуя установившейся традиции, знакомство с астрономической обсерваторией начнем с Круглого зала. Он находится в самой середине главного здания. Через центр этого зала к земным полюсам проходит воображаемая линия — Пулковский меридиан, от которого в России отсчитывались географические долготы. Центр Круглого зала является также отправной (началь-

* Урания в древнегреческой мифологии — одна из девяти муз, покровительница астрономии.

ной) точкой отсчета для всех государственных триангуляций Советского Союза. Его координаты на земном шаре определены из наблюдений звезд с точностью до полуметра.

В Круглом зале размещен астрономический музей-мемориал имени В. Я. Струве. Его экспозиции знакомят с историей, основными направлениями и результатами научной деятельности пулковских астрономов. Здесь же портретная галерея выдающихся отечественных и некоторых зарубежных астрономов XVIII—XX веков. Среди них — портрет основателя и первого директора Пулковской обсерватории Василия Яковлевича Струве.

В 1818 году, в возрасте 25 лет, Струве стал профессором астрономии и директором обсерватории в Дерпте (ныне город Тарту в Эстонской ССР).

Объектом его настойчивых исследований были двойные звезды — светила, которые не только движутся в пространстве вместе, но и обращаются вокруг общего центра масс системы, подобно тому как «на крыльях притяжения» обращается Луна около Земли и планеты около Солнца. Получается, что звездная пара как бы танцует вальс...

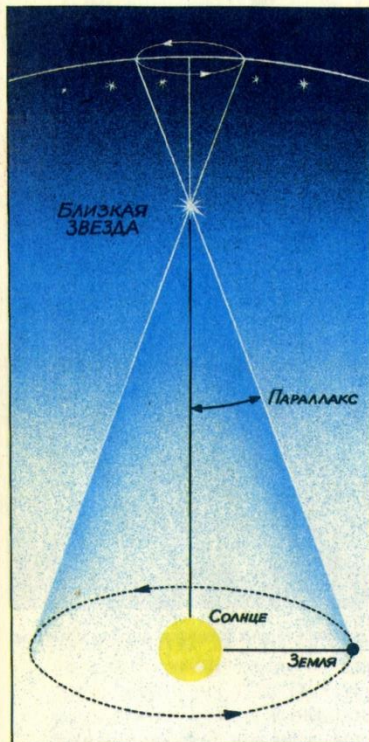
Изучая такие звездные пары, Струве доказал, что движение звезд относительно друг друга происходит в строгом соответствии с законом всемирного тяготения, открытым Исааком Ньютоном (1643—1727). Это означало, что великий закон природы действует не только в нашей Солнечной системе, но и в глубинах звездного мира.

Накопив большой опыт точных измерений угловых расстояний между звездами, Струве смог затем решить и другую задачу, которая до него казалась непреодолимой. Это определение расстояний до звезд.

Еще в древние времена многие астрономы понимали, что звезды находятся от Земли дальше, чем Луна и планеты. Наблюдая небо, они не могли не заметить, что Луна, перемещаясь среди звезд, закрывает то одну, то другую из них, но никогда не бывало так, чтобы звезды оказывались перед Луной. Случалось, что планеты на своем пути тоже заслоняли звезды. Значит, звезды находятся не только дальше Луны, но и дальше планет. Как же далеки от нас звезды?



Движение компонентов двойной звезды.



Параллактическое смещение звезды.

Из гелиоцентрической теории великого польского ученого Николая Коперника (1473—1543) следовал вывод: благодаря годичному движению Земли около Солнца ближайшие к нам звезды, если их наблюдать с противоположных точек земной орбиты, должны смещаться относительно более далеких звезд, или, как говорят астрономы, должны описывать параллактические эллипсы. Их размеры находятся в обратно пропорциональной зависимости от расстояний: чем меньше смещение — тем дальше звезда. Иными словами, достаточно измерить угол годичного смещения звезды, и можно будет вычислить расстояние до нее. Решение такой задачи — дело, посильное не только для астронома, но и для любого учащегося, знающего начала тригонометрии.

Но, несмотря на кажущуюся простоту, практическое применение этого способа оказалось исключительно трудным. Ведь приходится измерять очень малые углы. Несовершенные и примитивные угломерные инструменты, которыми пользовался Коперник, не могли дать желаемых результатов. И ученый пришел к заключению, что

звезды слишком далеки от Земли: по меньшей мере, в тысячу раз дальше от нас, чем Солнце.

Астрономы не могли подметить смещения звезд еще в течение почти трех веков после Коперника, несмотря на успехи в создании крупных телескопов. Всем не доставало точности.

С проблемой значительного повышения точности астрономических наблюдений блестяще справился В. Я. Струве. В 1837 году он впервые в истории науки измерил параллакс* Веги — самой яркой звезды северного неба и этим положил начало определению межзвездных расстояний.

...Василий Яковлевич поселился в Пулкове, чтобы следить за строительством новой обсерватории. Но он не забывал и

* Параллакс звездный — угол, под которым со звезды виден радиус земной орбиты.

Дерпт и при каждом удобном случае приезжал туда. Там у Струве остался замечательный телескоп-рефрактор*, приспособленный для филигранной работы. Многие усовершенствования были сделаны умелыми руками ученого. Не случайно рефрактор Струве считался в те годы лучшим в мире линзовым телескопом.

Приезжая в Дерптскую обсерваторию, Струве неизменно направлял трубу рефрактора на великолепную Вегу. После забот о Пулкове эта звезда была для него объектом самого пристального внимания. Но об этом никто не знал. До опубликования результатов наблюдений он скрывал свое увлечение Вегой.

Из многократных определений положения Веги относительно окружающих ее звезд Василий Яковлевич вывел, что Вега смещается за полгода на угол около $1/4$ секунды дуги. Под таким малым углом со звезды должен быть виден диаметр земной орбиты, или удвоенное расстояние от Земли до Солнца. Само же расстояние Земля — Солнце было бы видно под углом в два раза меньшим, равным $1/8$ секунды дуги. Это и есть параллакс Веги.

Итак, Вега в течение года описывает на небе едва заметный кружочек. Он так же мал, как буква «о» в этой книжке, если ее наблюдать с расстояния в полтора километра.

Из тригонометрии известно, что предмет виден под углом, равным одной секунде дуги, если он удален от наблюдателя на расстояние, превышающее в 206 265 раз его линейные размеры или его диаметр. Памятуя это, Струве вычислил, что расстояние от Земли до Веги составляет примерно $1\,650\,000$ астрономических единиц** ($206\,265 \times 8 \approx 1\,650\,000$). А если расстояние до Веги выразить в километрах, то получится число из пятнадцати цифр: 25 с тринадцатью нулями!

Измерение звездных параллаксов, начало которому положил В. Я. Струве, имело важнейшее мировоззренческое значение. Оно стало наглядным доказательством движения Земли — доказательством справедливости коперниканской системы мира. Кроме того, определение расстояний до звезд вывело астрономию за пределы Солнечной системы на широкий простор Вселенной. При этом было установлено, что звезды находятся от нас необыкновенно далеко.

Колоссальные расстояния до звезд целесообразно измерять не километрами и даже не астрономическими единицами, а более солидными мерами длины, например световыми годами.

* Различают два основных типа телескопов: рефракторы и рефлекторы.

Основной частью оптики телескопа-рефрактора является линзовый объектив. Лучи света, проходя через объектив, преломляются. Поэтому такие телескопы называются рефракторами (от латинского слова *refractio* — преломление).

В телескопе-рефлекторе объективом служит вогнутое зеркало, отражающее лучи света от своей поверхности. Вот почему зеркальный телескоп называется рефлектором (от латинского слова *reflecto* — отражаю).

** В Солнечной системе в качестве «межпланетного метра» применяется так называемая астрономическая единица. Она равна среднему расстоянию от Земли до Солнца — $149\,600\,000$ километров.

Световой год означает расстояние, которое свет, распространяясь со скоростью 300 тысяч километров в секунду, проходит в течение года. Один световой год равен 63 240 астрономическим единицам. Так, до уже знакомой вам Веги, находящейся в созвездии Лиры*, — двадцать шесть с половиной световых лет. До Денеба из созвездия Лебеда — 820, до Альтаира в Орле — 16, а до путеводной Полярной звезды — 650 световых лет.

Самой близкой к нам звездой является α (альфа) Центавра. Свет от нее доходит до Земли за 4 года 3 месяца и 20 дней. Наиболее же далекие звезды, входящие в состав нашей звездной системы — Галактики, удалены от Земли на 80 тысяч световых лет. Для определения таких больших расстояний астрономы применяют особые методы. Но первые знания межзвездных расстояний люди получили благодаря научному подвигу выдающегося русского ученого-астронома Василия Яковлевича Струве.

Установив расстояния до звезд, астрономы смогли не только воссоздать пространственную картину звездного мира, но и вычислить светимость звезд. Иными словами: сравнить испускаемый ими свет с силой света Солнца. Приняв условно свет Солнца за одну «звездную свечу», будем иметь: у Альтаира светимость больше, чем у Солнца, в 10 раз, у Веги — в 52 раза, у Полярной — в 5400 раз, а у Денеба — в 16 тысяч раз! Как видите, наше дневное светило в кругу звезд оказалось заурядной звездой.

Уже будучи на посту директора Пулковской обсерватории, Струве занялся исследованием строения нашей звездной системы — Галактики. Василий Яковлевич сделал важное открытие: он установил, что звезды в Галактике расположены неравномерно. По мере удаления к окраинам звездного «острова» расстояния между звездами увеличиваются. При этом Солнце с семьей планет, астероидов и комет находится не около центра звездной системы, как ошибочно считали некоторые ученые, а наоборот — ближе к ее краю.

Струве указал на существование в Галактике облаков межзвездной пыли, которые ослабляют свет, идущий от звезд. Благодаря поглощению света межзвездной материей, доказывал ученый, мы не видим слабых звезд, расположенных в галактических глубинах. И он впервые определил величину ослабления звездного света.

Результаты своих исследований Василий Яковлевич изложил в сочинении «Этюды звездной астрономии». По глубине выводов и философских обобщений его научный труд признан классическим. Такое мог создать действительно выдающийся астроном, опередивший свою эпоху на целое столетие (существование меж-

* Для удобства ориентировки звездное небо условно разделено на 88 участков-созвездий.

звездного поглощения света было окончательно доказано только в 1930 году). Именно таким и был В. Я. Струве.

Однако эти исследования Струве не были главными в научной деятельности Пулковской обсерватории. В чем же заключалась ее главная задача? Это вы узнаете из следующего очерка.

Главная задача

Вглядываясь в ночное небо, усеянное звездами, человек издавна стремился не только познать движение и природу таинственных светил. Астрономические наблюдения он использовал для ведения сельского хозяйства и мореплавания, для составления календаря и в других целях.

Древние египтяне заметили, например, что ежегодным разливом Нила предшествует появление в лучах утренней зари ярчайшей из звезд — Сириуса. Наблюдая из года в год первое сияние Сириуса на рассвете, они научились предсказывать начало полевых работ, связанных с разливом многоводной реки.

Греческие моряки, плавая по Средиземному и Черному морям, обратили внимание на то, что при путешествии с севера на юг или с юга на север изменяются вид звездного неба и высота Полярной звезды над горизонтом. Позже, приобретя большой опыт астрономических наблюдений, они научились определять широту местонахождения судна по Полярной. Для этого было достаточно измерить угловое возвышение звезды. Оказалось: географическая широта в точке наблюдения равна высоте Полярной звезды над горизонтом*.

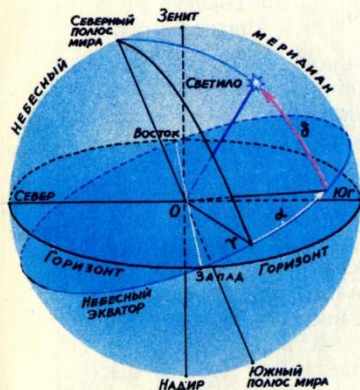
Так, из необходимости удовлетворения нужд повседневной жизни родилась одна из самых древних наук — астрономия и ее важная ветвь — астрометрия — наука об угловых измерениях на небе.

Ко времени строительства Пулковской обсерватории, ввиду небывалого размаха астрономо-геодезических работ в России и в целях дальнейшего развития науки, перед астрометрией встала серьезная проблема: существенно повысить точность определения положений (координат) звезд на небе. Академическая обсерватория в Петербурге уже давно не давала нужных результатов и не справлялась с возросшим объемом наблюдений. Поэтому новая российская обсерватория была задумана и осуществлена как астрометрическая.

Главная задача Пулковской обсерватории была изложена в ее уставе и состояла в определении точных координат звезд и составлении звездных каталогов. Эта работа считается в астро-

* Строго говоря, географическая широта данного места равна высоте полюса мира над горизонтом. Полярная звезда находится от Северного полюса мира примерно в одном градусе. Поэтому в результате измерения надо вводить поправку. Эти поправки даются в специальных астрономических таблицах.

номии «основой основ», и, ставя ее, В. Я. Струве преследовал не только решение насущных практических задач России, но и осуществление далеко идущих научных замыслов. Выполнение программы наблюдений возлагалось на самого директора обсерватории и четырех астрономов, в том числе и на сына Василия Яковлевича — Отто Струве.



Небесная сфера и астрономические координаты: O — центр небесной сферы, в котором находится глаз наблюдателя; Y — точка весеннего равноденствия; α — прямое восхождение светила; δ — склонение светила.

Подобно тому как положение любого пункта на земном шаре определяется двумя географическими координатами: долготой и широтой, так и положение светила на небесной сфере определяется двумя астрономическими координатами: прямым восхождением и склонением.

Как же устроена система астрономических координат? Посмотрим на чертеж.

При наблюдениях звездного неба нам кажется, что все звезды находятся от нас одинаково далеко, и поэтому мы мысленно относим их на внутреннюю поверхность некоторой воображаемой небесной сферы, окружающей наблюдателя. Вот такую небесную сферу произвольного радиуса применяют в астрономии для изучения видимого расположения небесных светил.

На небесной сфере, как и на земном шаре, имеются воображаемые полюсы (их называют полюсами мира). Через эти полюсы и центр сферы проходит воображаемая ось мира, параллельная оси вращения Земли. Перпендикулярно к оси мира расположена плоскость небесного экватора. В пересечении с небесной сферой она образует большой круг — небесный экватор, отделяющий северное полушарие неба от южного.

На небесном экваторе находится точка пересечения его с видимым путем движения Солнца — точка весеннего равноденствия, через которую Солнце проходит 21 марта. Она служит началом отсчета прямых восхождений светил вдоль небесного экватора в направлении от запада к востоку (на Земле географические долготы тоже отсчитываются вдоль экватора, только от меридиана Гринвичской обсерватории). Склонение светил, по аналогии с географическими широтами, отсчитываются от небесного экватора к полюсам мира: Северному и Южному.

Думаю, что наши читатели уяснили себе эту простую систему астрономических координат, сходную с системой географических координат. Такая система называется экваториальной.

Звездные каталоги, которыми пользовались до вступления в строй Пулковской обсерватории, имели большие погрешности, что затрудняло дальнейшее развитие астрономии. И вот для существенного повышения точности определений координат небесных светил В. Я. Струве разработал и ввел в практику раздельный метод наблюдений. А именно: прямые восхождения звезд определялись с помощью большого пассажного инструмента, а склонения — вертикальным кругом. Конструктивные особенности этих инструментов позволяли концентрировать внимание наблюдателя на единственной задаче, что способствовало достижению высокой точности.

Каждый, кто желает лучше понять, как астрономы измеряют положения звезд на небе, должен однажды сам обратиться к простейшим астрономическим наблюдениям.

Попробуйте пронаблюдать звездное небо часа два подряд. Вы заметите, что его вид медленно изменяется. Звезды, подобно Солнцу и Луне, восходят в восточной части горизонта и заходят на западе. Движение происходит так, как будто бы светила укреплены неподвижно на внутренней поверхности небесной сферы, а сама она вращается как одно целое вокруг некоторой оси, проходящей через глаз наблюдателя.

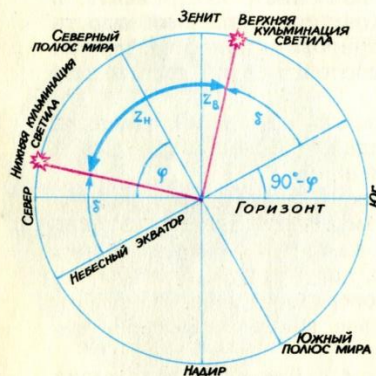
Суточное вращение небесной сферы в Северном полушарии Земли происходит слева направо, или, как говорят, «по Солнцу» (в направлении суточного движения Солнца). На самом же деле вращается не небо, а наш земной шар, и вращается он справа налево, то есть в противоположном направлении.

А теперь представьте себе на небе полуокружность, проходящую через точку зенита (расположенную прямо над головой), Северный полюс мира (находящийся вблизи Полярной звезды) и пересекающуюся с линией горизонта в точках севера и юга. Астрономы называют эту полуокружность небесным меридианом.

Небесный меридиан делит небосвод на восточную и западную половины. Пока светило находится в восточной части неба (слева от небесного меридиана), оно поднимается над горизонтом. Затем, оказавшись на меридиане (над точкой юга), оно достигает наибольшей высоты на небе, а попав в западную половину небосвода, начинает опускаться к горизонту. Значит, в момент прохождения через небесный меридиан светило бывает расположено над горизонтом выше всего. Астрономы называют это верхней кульминацией светила.

Теперь повернитесь лицом к северу и пронаблюдайте за тем, как происходит движение звезд между Полярной звездой (Северным полюсом мира) и точкой севера. Двигаясь слева направо, они плавно опускаются и, проходя через небесный меридиан — в момент нижней кульминации, — занимают самое низкое положение над горизонтом. После нижней кульминации светила вновь начинают подниматься.

Следовательно, если звезда проходит через небесный меридиан между Полярной и точкой юга, она занимает самое высокое положение на небосводе, а если светило кульминирует между Полярной звездой и точкой севера, его положение на небе — самое низкое. Явление кульминаций звезд очень удобно использовать для определения их экваториальных координат, а также географических координат пунктов земной поверхности. Дело в том, что зенитное расстояние звезды, измеренное в момент ее кульминации, связано строгой и в то же самое время простой зависимостью с широтой места наблюдения и склонением самой звезды.



Определение склонения звезды и широты места наблюдения: φ — широта места наблюдения (для Пулковской обсерватории она составляет $59^\circ 46'$). Из чертежа: высота полюса мира над горизонтом равна широте места наблюдения.

Северное положение Пулковской обсерватории позволяет в долгие зимние ночи наблюдать многие звезды не только в верхней, но и в нижней кульминации, то есть дважды за ночь измерять зенитные расстояния звезд. Именно такие измерения дают астрономам возможность определять склонения звезд и одновременно географическую широту обсерватории.

Как видно из чертежа, зенитное расстояние звезды в верхней кульминации:

$$Z_v = \varphi - \delta,$$

и той же звезды в нижней кульминации:

$$Z_n = 180^\circ - \delta - \varphi.$$

Складывая левые и правые части этих уравнений, найдем склонение звезды:

$$\delta = 90^\circ - \frac{Z_n + Z_v}{2}.$$

и широту места наблюдения:

$$\varphi = 90^\circ - \frac{Z_n - Z_v}{2}.$$

И что интересно: совершенно нет никакой необходимости разыскивать на небе положение воображаемого небесного экватора, а на Земле — земного экватора, хотя отсчет склонений светил и географических широт ведется от экваторов: небесного и земного.

Теперь познакомимся с астрометрическими инструментами Пулковской обсерватории. Пока обсерватория строилась, за границей — в Германии и Англии — по проектам Василия Яковлевича Струве для нее изготавливались лучшие по тому времени инструменты. Это прежде всего вертикальный круг, представляющий собой небольшой телескоп с вертикальным отсчетным кругом. Поскольку инструмент предназначен для меридианных наблюдений звезд, он установлен точно в направлении меридиана — с севера на юг и труба его поворачивается только в плоскости меридиана (замечу: в любом месте Земли плоскость небесного меридиана совпадает с плоскостью географического меридиана).

Главной частью этого инструмента является большой вертикальный круг, укрепленный на той же горизонтальной оси, что и оптическая труба. На вертикальном круге — шкала с делениями, нанесенными с величайшей тщательностью, через каждые две минуты дуги.

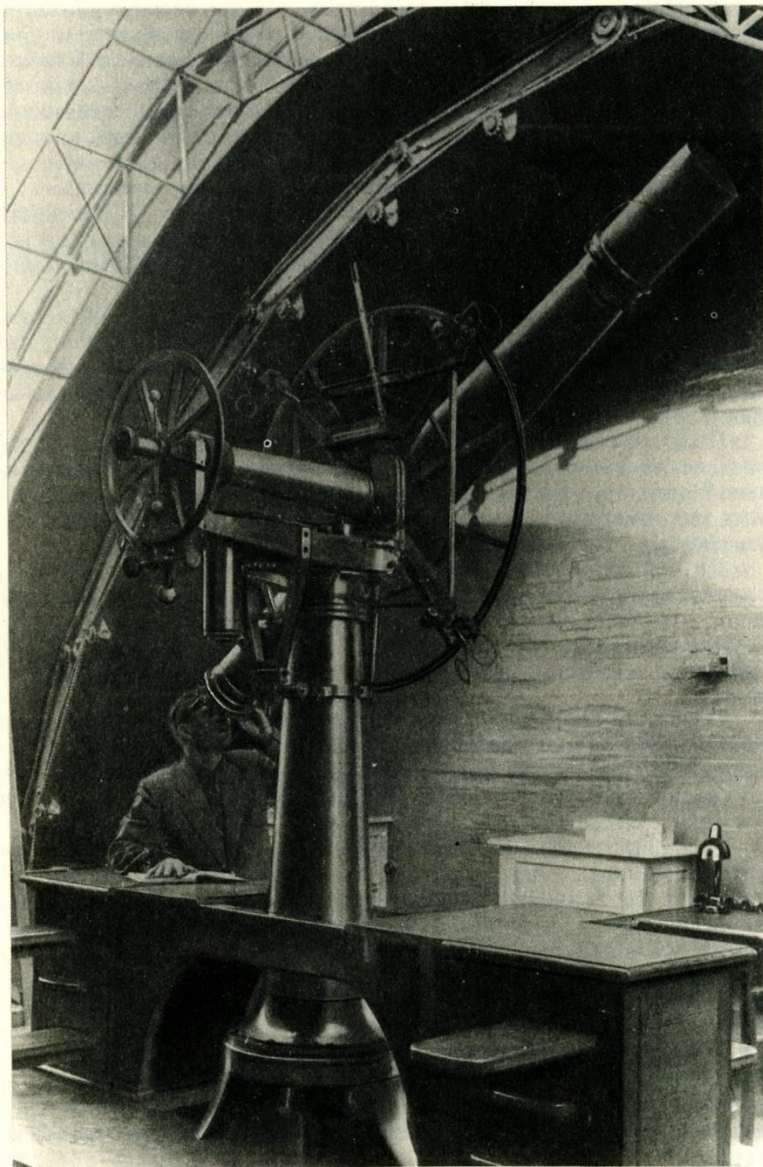
После наведения трубы на кульминирующую звезду наблюдатель делает по шкале отсчеты — определяет ее зенитное расстояние. Благодаря применению специальных микроскопов, снабженных микрометрами, точность одного отсчета составляет несколько десятых долей секунды дуги.

Другой важнейший астрометрический прибор — большой пассажный инструмент. Как и вертикальный круг, он тоже установлен в плоскости меридиана. С помощью его решались две основные задачи: определялись прямые восхождения звезд и точное время по моментам прохождений звезд через небесный меридиан.

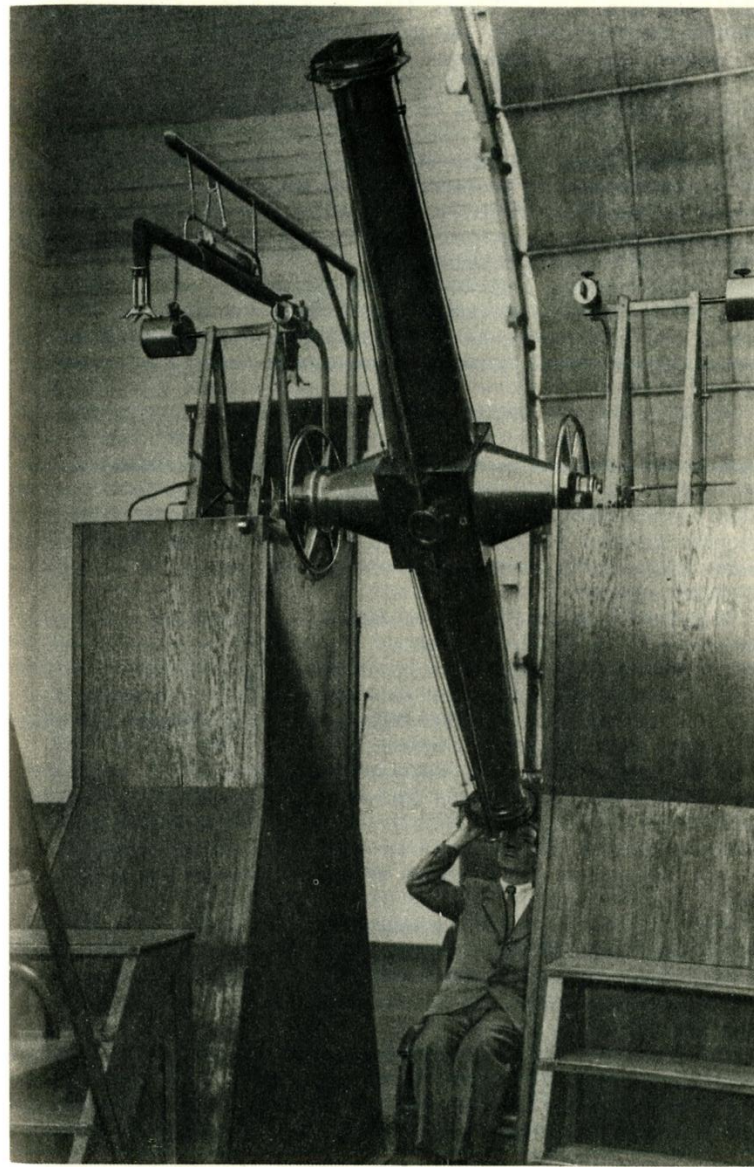
Поначалу меридианные наблюдения были очень утомительны: приходилось подолгу напряженно всматриваться в звезды и, слушая секундные удары часов, отмечать на слух моменты их прохождений через нить в поле зрения телескопа (способ «глаз и ухо»).

С изобретением полуавтоматического устройства наблюдателю оставалось лишь следить за звездой и, вращая головку маленького барабанчика, плавно передвигать подвижную вертикальную нить так, чтобы она закрывала изображение звезды. Когда же подвижная нить совпадала с неподвижной нитью, укрепленной в поле зрения трубы, замыкался контакт регистрирующего устройства, и специальное перо делало штрих на движущейся ленте. Другое перо, соединенное с астрометрическими часами, каждую секунду наносило на ту же ленту отметки времени. Измеряя потом эту ленту, можно было узнавать моменты прохождений звезд с точностью до одной сотой секунды времени и, следовательно, определять прямые восхождения звезд.

Не удивляйтесь, что прямое восхождение — вторая координата светила — выражается не в угловой, а в часовой мере. Прак-



Вертикальный круг, изготовленный по проекту В. Я. Струве. У инструмента Геннадий Семенович Косин.



Большой пассажный инструмент, изготовленный по проекту В. Я. Струве. У инструмента Андрей Антонович Немиро.

тика показала — так удобно. При этом полезно запомнить следующие соотношения:

одному часу соответствует дуга в 15 градусов,
одной минуте времени — дуга в 15 угловых минут,
одной секунде — дуга в 15 угловых секунд.

Итак, чтобы ощутимо повысить точность определений координат звезд, Василий Яковлевич Струве продумал все до мелочей. Прежде всего он разработал методику, или, образно говоря, «науку наблюдений». Затем с помощью им же самим задуманных и заказанных для обсерватории инструментов со всей строгостью принялся за ее осуществление.

Каждая звезда наблюдалась многократно по специальной программе, с тщательнейшим учетом ошибок измерений. И получилось, что в Пулковке, как ни в какой другой обсерватории мира, «наука наблюдений» удачно дополнялась «искусством наблюдений».

Одна из граней этого искусства — большой профессиональный навык в обращении с высокоточными измерительными приборами. Он не приходит по волшебству, а вырабатывается с годами упорным трудом. Наблюдатель начинает как бы «чувствовать» свой инструмент... Неосторожное же прикосновение к микрометренным винтам и другим рабочим частям инструмента может повлиять на точность отсчета и, следовательно, на результаты измерения.

В работе с измерительными приборами каждому наблюдателю, пусть даже самому опытному, присуща своя «личная ошибка». Она должна учитываться при выводе окончательного результата. И очень важно, чтобы «личная ошибка» «устоялась», то есть не испытывала значительных колебаний. Иначе астроном может быть отстранен от измерений.

В промежутках между наблюдениями проводятся исследования приборов и выявляются значения так называемых инструментальных погрешностей. Чтобы исключить их влияние на измерения, вводятся дополнительные поправки. В конечном счете каждое измерение «обрастает» десятком всевозможных поправок.

Разумно обоснованная методика наблюдений вывела Пулковскую обсерваторию по точности определений координат звезд на первое место. Уже через тридцать лет после своего основания она обрела всемирную славу и почетное звание «Астрономической столицы мира».

По существу, современная астрометрия, которая занимается точнейшими определениями положений звезд и созданием высокоточной системы астрономических координат, возникла вместе с Пулковской обсерваторией. Так трудами Василия Яковлевича Струве была основана пулковская астрометрическая школа и заложена база астрономии XX века.

Сколько звезд на небе?

Астрономия — наука наблюдательная. Все ее выводы и заключения основаны на наблюдениях. А наблюдают люди за небом с незапамятных времен.

Во Франции, например, на стене одной из пещер археологи нашли рисунок, сделанный первобытным человеком. Долго они ломали головы, пытались догадаться, что там изображено, но загадка осталась тогда неразгаданной...

Как-то странный рисунок был опубликован в научном журнале. Случайно его увидел один астроном. «Подождите, — сказал он, — да ведь это изображение созвездия Большой Медведицы, сделанное рукой первобытного человека!»

Но астроному не поверили. И как тут было поверить, если расположение выцарапанных на камне звезд напоминало очертания «лопаты», а не знакомого всем «ковша». При чем тут Большая Медведица?

«Не забывайте, — объяснил астроном, — что наскальный рисунок сделан несколько десятков тысяч лет тому назад. А за это время «неподвижные» звезды успели заметно сместиться относительно друг друга».

И действительно, ученые вычислили положение звезд Большой Медведицы, которые те должны были занимать 50 тысяч лет назад, и сравнили с наскальным рисунком. Обнаружилось большое сходство! Мало того, пещерный человек изобразил даже близ Мицара — средней звезды «ручки ковша» маленькую звездочку Алькор — ту самую, по которой много веков спустя арабы проверяли зоркость глаз молодых воинов...

Мир звезд привлекает нас своим многообразием. Порой кажется, что далеким мерцающим «огонькам» нет числа. Однако в ясную безлунную ночь человек с нормальным зрением может насчитать всего-навсего около трех тысяч звезд. А так как с любого места земного шара мы видим только половину небосвода, то на всем небе видно не более шести тысяч звезд.

В 1610 году по странам Европы разнеслась весть об удивительных открытиях итальянского ученого Галилео Галилея (1564—1642). Он сконструировал небольшую зрительную трубу и впервые применил ее для астрономических наблюдений. И хотя по своим оптическим качествам первая труба Галилея была не лучше современного театрального бинокля, искусный наблюдатель смог добиться невиданных по тем временам результатов.

Первым делом Галилей стал наблюдать Луну. Оказалось, что она очень похожа на Землю: на Луне видны и высокие горы, и долины, и равнины. «Я просто потрясен, я немею от восхищения, созерцая эти ландшафты», — писал ученый.

Еще больше поразил Галилея Юпитер. В телескоп он был виден маленьким шаром, а вокруг него обращались спутники-луны.

Да не одна луна, а сразу четыре! Мир Юпитера представлял собой как бы действующую модель Солнечной системы. Это открытие позволяло снять одно из главных возражений против теории Коперника. Суть его состояла в том, что вокруг движущейся Земли якобы не могла обращаться Луна, что она непременно отстала бы и потерялась... Но ведь спутники не отставали от Юпитера. Достаточно было направить телескоп на планету, чтобы убедиться в этом.

Однако многие не желали смотреть в «бесовскую трубу». Другие же просто отрицали открытие спутников у Юпитера. Они ссылались на то, что в голове человека имеется только семь отверстий — глаза, уши, ноздри и рот. Поэтому и планет должно быть семь (считая Солнце и Луну), и ни одной более.

Удивительной казалась в телескоп Венера. Она была видна маленьким полумесяцем! С каждым днем этот полумесяц вытягивался и превращался в тонкий серп... Изменение вида Венеры происходило строго в соответствии с теорией Коперника. Значит, Венера, как и Луна, светит отраженным солнечным светом, и когда наблюдаешь планету в телескоп, ее очертания зависят от расположения относительно Солнца и Земли. Так телескопические наблюдения позволили Галилею убедиться воочию в том, что Луна и планеты — небесные земли, а наша Земля — обычная планета, и не более. Вот они — доказательства справедливости теории Коперника! Но это еще не все.

В трубу звезд было видно гораздо больше, чем видит невооруженный глаз. Значит, звезд-солнц несметное множество, а просторы Вселенной безграничны. За торжество этой идеи погиб на костре инквизиции Джордано Бруно (1548—1600). Но еще не остыл пепел жуткого костра, как гениальная догадка великого мыслителя была подтверждена Галилеем.

Самого Галилея церковь тоже не оставила в покое. Знаменитый ученый был предан позорному судилищу, а его астрономическая труба была объявлена «сатанинским инструментом». Уж больно насолил Галилей «святым отцам» своими открытиями, которые опровергали религиозные вымыслы о Земле и небе.

По примеру Галилея ученые в разных странах принялись мастерить оптические трубы для астрономических наблюдений. И вскоре телескоп стал основным инструментом каждого исследователя звездного мира.

Как известно, зоркость глаза зависит от величины зрачка, сквозь который свет проникает в глаз. Это рассуждение полностью применимо и к телескопу. Поэтому каждый наблюдатель стремился построить такой телескоп, чтобы его «зрачок» (объектив) был побольше, а увеличение инструмента — посильнее.

Первые телескопы были предельно просты. Их оптика состояла из двух двояковыпуклых линз: одна большая, обращенная к небу, — это объектив, другая маленькая, в которую смотрел

наблюдатель, — это окуляр. Объектив воспринимает и строит перевернутое изображение небесного светила в фокальной плоскости. А с помощью окуляра наблюдатель рассматривает это изображение под большим углом зрения, то есть в увеличенном виде. Таков принцип действия линзового телескопа.

Однако стоило лишь немного увеличить диаметр объектива трубы, как сразу же возникали непреодолимые помехи: изображения Луны, планет и звезд оказывались окруженными радужной каймой и расплывались... Только к началу XIX века, когда оптики научились изготавливать двухлинзовые объективы, телескопы стали давать достаточно четкие изображения и при больших увеличениях.

Из школьного курса физики вы знаете, что увеличение определяется отношением фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию окуляра. Обычно к телескопу прилагается комплект окуляров. И если астроном хочет получить изображение небесного тела в крупном масштабе, он должен использовать для наблюдений короткофокусные окуляры.

Допустим, что фокусное расстояние объектива равно 5 метрам, а фокусное расстояние окуляров — 1 сантиметру и 0,5 сантиметра. Тогда в первом сочетании увеличение телескопа будет пятисоткратным, во втором — тысячекратным.

Каждый из вас видел, как даже в спокойную погоду звезды мерцают, переливаясь всеми цветами радуги. Мерцание звезд вызывается изменением преломления лучей в быстро движущихся потоках воздуха с различной температурой и плотностью. Но чем сильнее увеличивает телескоп, тем более заметны волнения воздуха. И как следствие этого — планетные диски дрожат и расплываются, а звезды буквально прыгают. Поэтому при наблюдениях планет астрономы пользуются увеличением не больше чем в 500—600 раз, и только при наблюдениях звезд этот предел иногда перекрывается.

И все же звезды так далеки от нас, что в любой сильный телескоп представляются мерцающими точками, и только точками. Телескоп увеличивает лишь блеск звезд, но не их видимые размеры. Помните, в чем состоит главное достоинство телескопа? Собрать в глаз наблюдателя больше света. Именно благодаря этому астроном может наблюдать невидимые невооруженным глазом слабосветящиеся далекие небесные тела.

Сначала телескопы были линзовые. И только в 1668 году будущий создатель закона всемирного тяготения Исаак Ньютон изготовил первый зеркальный телескоп-рефлектор. Это был телескоп-малютка. Его длина составляла 15 сантиметров, а диаметр зеркала был равен всего лишь одному дюйму, или двум с половиной сантиметрам. Такой телескоп можно было свободно носить в кармане, как шариковую авторучку. И кто бы мог тогда подумать, что через сто — сто двадцать лет соотечественник Ньютона Вильям Гершель (1738—1822) построит рефлекторы

с зеркалами диаметром 61 и 122 сантиметра — настоящие гиганты!

Телескопостроение XIX века своими успехами было обязано развитию оптики. С появлением составных линз для объективов на первое место снова вышли рефракторы. Они оказались более выносливыми в условиях плохой погоды и не требовали большого ухода. А с рефлекторами было много возни. Зеркала быстро тускнели. Приходилось часто их снимать, полировать, серебрить, а затем заново заниматься наладкой и регулировкой.

«А когда же наблюдать?» — спросите вы. В том-то все дело, что для наблюдений оставалось мало ясных ночей.

У линзовых телескопов есть еще одно очень важное преимущество — они обеспечивают высокую точность наблюдений. Это прекрасно понимал и ценил основатель Пулковской обсерватории В. Я. Струве. По его указанию на главном здании обсерватории, в центральной башне, был установлен 38-сантиметровый рефрактор. В течение двадцати пяти лет он был гордостью Пулкова, пока всемирно известная мастерская Кларков в Америке не построила 46-сантиметровый рефрактор для Чикагской обсерватории.

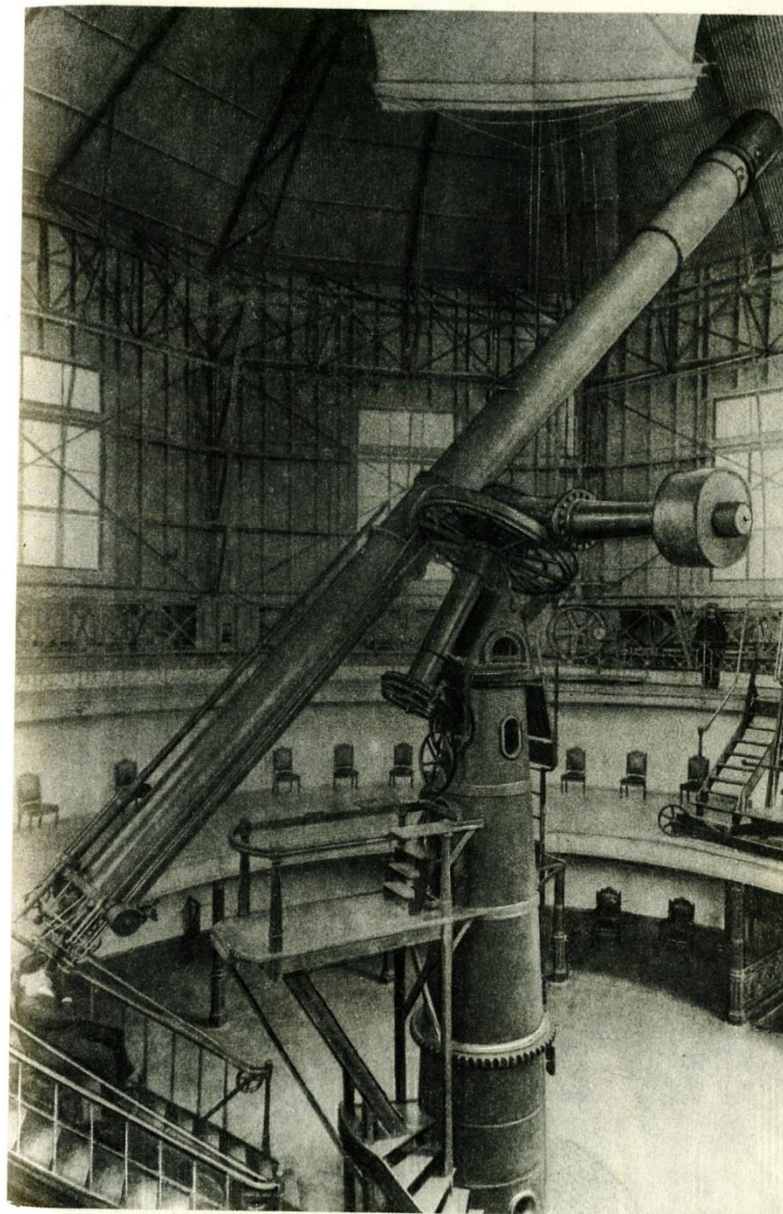
Но пулковские астрономы старались соблюдать традицию, унаследованную от Струве, — они оснащали обсерваторию самым современным оборудованием и самыми крупными инструментами. В 1876 году для обсерватории был заказан новый, более мощный телескоп. На его изготовление было отпущено 300 тысяч рублей.

Прошло девять лет, и в 1885 году на Пулковском холме в специально построенной башне был установлен крупнейший в мире 76-сантиметровый телескоп, вошедший в историю астрономии под названием большого пулковского рефрактора. Этому инструменту не было равных ни по размерам объектива, ни по качеству изображений. Какими же возможностями он обладал?

Вы, конечно, замечали, что одни звезды светят более ярко, другие менее ярко. По яркости, или, как говорят астрономы, по видимому блеску, звезды классифицируются по величинам. Наиболее яркие относятся к звездам 1-й величины, а самые слабые, доступные для наблюдений невооруженным глазом, это звезды 6-й величины.

Звезды первой величины ярче звезд второй величины примерно в 2,5 раза (точнее, в 2,512 раза). Во столько же раз звезды второй величины ярче звезд третьей величины и так далее... Вот и получается, что звезды 6-й величины слабее звезд 1-й величины в 100 раз.

Галилей в лучшую из своих труб наблюдал звезды 10-й величины (последние уступают в блеске звездам 6-й величины в 40 раз). Стало быть, на всем небе ученый смог бы увидеть около полумиллиона звезд, недоступных невооруженному глазу.



76-сантиметровый пулковский рефрактор.

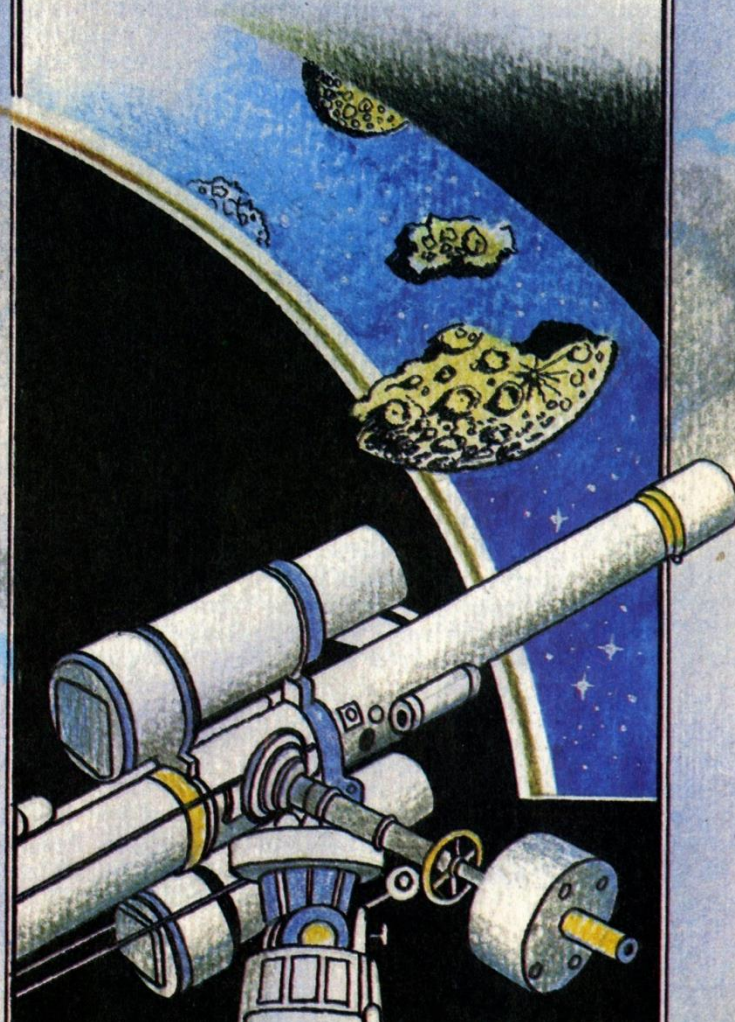
В 76-сантиметровый рефрактор пулковские астрономы уверенно наблюдали значительно более слабые небесные объекты, включая звезды 16-й величины.

Во сколько же раз их свет слабее света тех звезд, которые еще удастся различить в ясную безлунную ночь? Оказалось: в 10 тысяч раз! Всего же с помощью нового телескопа на всем небе можно было увидеть до 150 миллионов звезд. Другими словами, там, где Галилей видел в свою трубу только одну-единственную звезду, в большой пулковский рефрактор открывалась целая звездная россыпь, состоящая из трехсот искорок-звезд.

Вот каким чудесным телескопом пополнилась сокровищница астрономической науки — Пулковская обсерватория незадолго до своего пятидесятилетия.



2

ГЛАВНАЯ
АСТРОНОМИЧЕСКАЯ...



Пора преобразований

У исследователей неба есть поговорка: «Тот не астроном, кто не умеет наблюдать». Сейчас нельзя сказать, кто и когда впервые произнес эти слова, но их справедливость бесспорна.

Василий Яковлевич Струве был прирожденным наблюдателем. Если датчанин Тихо Браге (1546—1601) был непревзойденным наблюдателем дотелескопической эпохи, то Струве достиг вершин точности в работе с телескопами.

Но постоянные ночные наблюдения очень утомительны. И хотя труд астронома — это далеко не труд космонавта и не летчика — он не сопряжен с большой тратой энергии, с большими перегрузками, — однако и астроному нужна хорошая физическая закалка. Особенно теперь, когда астрономические обсерватории стремятся строить в горах, где большую часть года дует пронизывающий ветер и все живое сковывает мороз. Ведь чем выше — тем воздух разреженнее и прозрачнее и тем лучше видны небесные светила. Выходит, читатель, что без подобающей физической подготовки ни в космос не слетать, ни Родины не защитить, ни звезд отнаблюдать...

Струве провел у телескопа пятьдесят лет, и только тяжелая болезнь заставила его прервать главное занятие всей жизни. В феврале 1862 года на пост

директора Пулковской обсерватории Академия наук избрала его сына Отто Васильевича Струве (1819—1905).

Как и его отец, Отто Струве стремился к сохранению в астрономии «научной строгости» и «математической точности». По-прежнему главной задачей обсерватории было определение точных координат звезд и составление звездных каталогов. Только теперь программа обсерватории стала шире: наряду с точнейшими астрометрическими измерениями в нее вошли и астрофизические исследования.

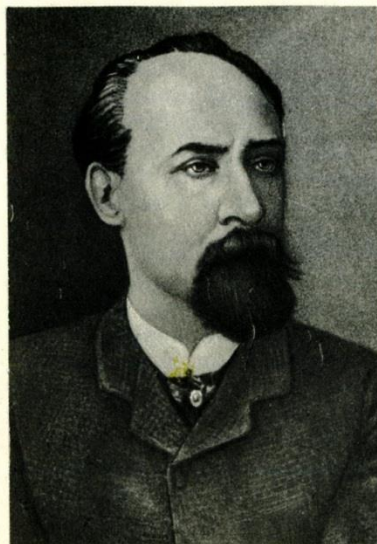
В те времена астрофизика была совершенно новой, еще неизведанной областью науки. Она возникла в 60-е годы прошлого столетия в связи с открытием спектрального анализа. Но для ее развития требовались специальное оборудование, новые мощные телескопы и, наконец, специалисты-астрофизики. К сожалению, техническая отсталость России вынуждала закупать оснащение для обсерватории за границей. Стоило оно втридорога, поэтому приходилось приобретать лишь самое необходимое. Неудивительно, что со временем обсерватории развитых капиталистических стран, особенно Соединенных Штатов Америки, превзошли Пулковскую по уровню технической оснащенности. И если результаты наблюдений пулковских астрономов все еще продолжали удивлять ученый мир, то здесь мы должны поклониться их трудолюбию и изобретательности.

Летом 1890 года директором Пулковской обсерватории был назначен выдающийся русский астроном академик Федор Александрович Бредихин (1831—1904). До этого он возглавлял Московскую обсерваторию, с большим увлечением изучал кометы (Бредихин положил начало новой отрасли в науке — кометной астрономии) и, будучи профессором астрономии Московского университета, читал лекции студентам.

Студенты уважительно относились к талантливому профессору, любили его за ясность мысли, справедливость, доброту. Он отвечал молодежи взаимностью.

Федор Александрович во многом отличался от других преподавателей университета. У него была своя манера общения со студентами. Экзамены он принимал только у тех, кто желал получить высокую оценку, а отметку «3» ставил в зачетную книжку без опроса. Можете себе представить, какой это был позор! К следующему экзамену по астрономии студент-троечник готовился основательно.

Бредихин был одним из тех передовых ученых России, которые не только развивали науку, но и стремились объединить русских астрономов (профессионалов и любителей) в общество. «По всему огромному пространству России рассеяно множество любителей астрономии, — говорил он. — Все они с охотой готовы служить научным целям, но нуждаются в совете и руководстве. Необходимо этих лиц сплотить и направить их дружные усилия к правильно поставленной цели...»



Федор Александрович Бредихин.

В декабре 1890 года Русское астрономическое общество (РАО) было создано. Бредихин был избран его первым председателем*.

С приходом Ф. А. Бредихина в Пулково деятельность обсерватории улучшилась. Считая, что «обсерватория наша должна быть учреждением национальным», Федор Александрович первым делом стал привлекать к работе в обсерватории способных молодых русских ученых Сергея Константиновича Костинского (1867—1936), Александра Александровича Иванова (1867—1939) и других.

Бредихин наладил научные и деловые связи Пулковской обсерватории с русскими астрономическими учреждениями, утраченные за годы директорства Отто Струве. И хотя Федор Александрович руководил обсерваторией всего лишь пять лет, но его роль как преобразователя Пулково огромна. Обсерватория стала наконец национальным русским учреждением**, и астрофизика приобрела в ней «права гражданства».

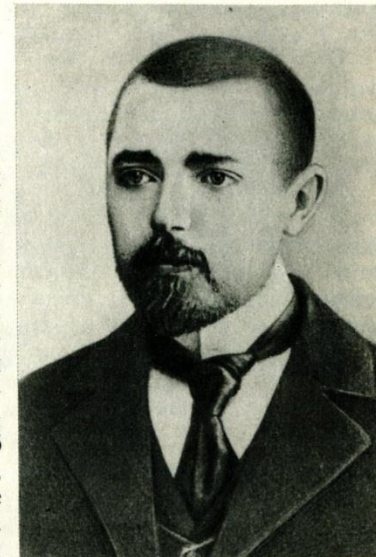
Преобразования, начатые Ф. А. Бредихиным, продолжил новый директор Оскар Андреевич Баклунд (1846—1916). Особой его заслугой следует считать организацию южных отделений Пулковской обсерватории — в Николаеве и Симеизе.

В первой половине прошлого века, когда астрономия в России только становилась на ноги, было очень удобно иметь астрономическую обсерваторию прямо «под боком» у Академии. Да и сами окрестности Петербурга из-за спокойного воздуха были благоприятны для целого ряда наблюдений. Однако для астрофизических исследований петербургское небо оказалось мало пригодным: зимой длительные периоды пасмурной погоды, а летом — белые ночи. И только два коротких сезона в году с чистым небом: весной — с марта по апрель и в конце лета — с августа по

* В 1932 году из местных астрономических обществ и кружков создано Всесоюзное астрономо-геодезическое общество — ВАГО. Его филиалы имеются в 76 городах всех республик страны. Адрес Ленинградского отделения ВАГО: 190031, Ленинград, Московский пр., 9, ЛИИЖТ, кафедра геодезии, председателю ЛО ВАГО.

** В годы директорства Отто Струве должности в обсерватории занимали почти одни иностранцы.

Алексей Павлович Ганский.



сентябрь. Было ясно: для выполнения расширенной программы наблюдений русским астрономам нужна хорошо оснащенная собственная наблюдательная база на юге страны, где реже хмурится небо и много звездных ночей.

За строительство южной обсерватории особенно ратовал энергичный и талантливый пулковский астроном Алексей Павлович Ганский (1870—1908). В 1906 году он был направлен в Крым, чтобы подыскать подходящее место для будущей обсерватории. Вместе с ним поехал Гавриил Адрианович Тихов (1875—1960), впоследствии известный исследователь Марса. Целый месяц работали они на горе Ай-Петри. Результаты фотографирования звездного неба превзошли все ожидания. И у Ганского еще больше укрепилась мечта о южной обсерватории.

На обратном пути, проезжая Симеиз, астроном неожиданно увидел над горами серебристые купола небольшой обсерватории. То, о чем он мечтал, явилось к нему прямо наяву. Это была частная любительская обсерватория, принадлежащая Н. С. Мальцову...

30 ноября 1908 года любитель астрономии, почетный член Академии наук Николай Сергеевич Мальцов (1848—1939), польщенный интересом, который был проявлен к его увлечению А. П. Ганским, подарил Пулкову свое любимое детище, расположенное на высоте 346 метров над уровнем моря, вблизи курортного поселка Симеиза, на Южном берегу Крыма. С этого дня, собственно, и началась история Симеизской обсерватории как астрофизического отделения Пулково, только без А. П. Ганского.

Еще в начале лета Алексей Павлович приступил к наблюдениям в Симеизе. Он разрабатывал программу астрофизических исследований, заботился о приобретении и установке новых инструментов, строил планы превращения Симеиза в крупную обсерваторию... 11 августа 1908 года после работы Ганский спустился к морю, чтобы искупаться. Море штормило. Огромные волны накатывались на берег. И хотя Алексей Павлович умел хорошо плавать, он не справился с бурлящим прибоем и утонул. Неу-

томимый астроном ушел из жизни в самом расцвете творческих сил. Ему было всего тридцать восемь...

В следующем, 1909 году в связи с переводом главной базы Черноморского флота из Николаева в Севастополь, морское ведомство передало в ведение Пулкова свою обсерваторию в Николаеве. Так у Пулковской обсерватории появилось второе отделение на юге — Николаевское.

Николаевская обсерватория была задумана как астрометрическая для определения точных координат южных звезд в приэкваториальной области звездного неба. По этим звездам астрономы устанавливали положение небесного экватора и точки весеннего равноденствия. Как известно, они являются исходными для отсчета координат небесных светил.

Симеизская обсерватория стала первой в России астрофизической обсерваторией. Там был установлен астрограф* фирмы Цейс — специальный телескоп, предназначенный для фотографирования звездного неба. Для этого в окулярной части инструмента помещались кассеты с фотографическими пластинками.

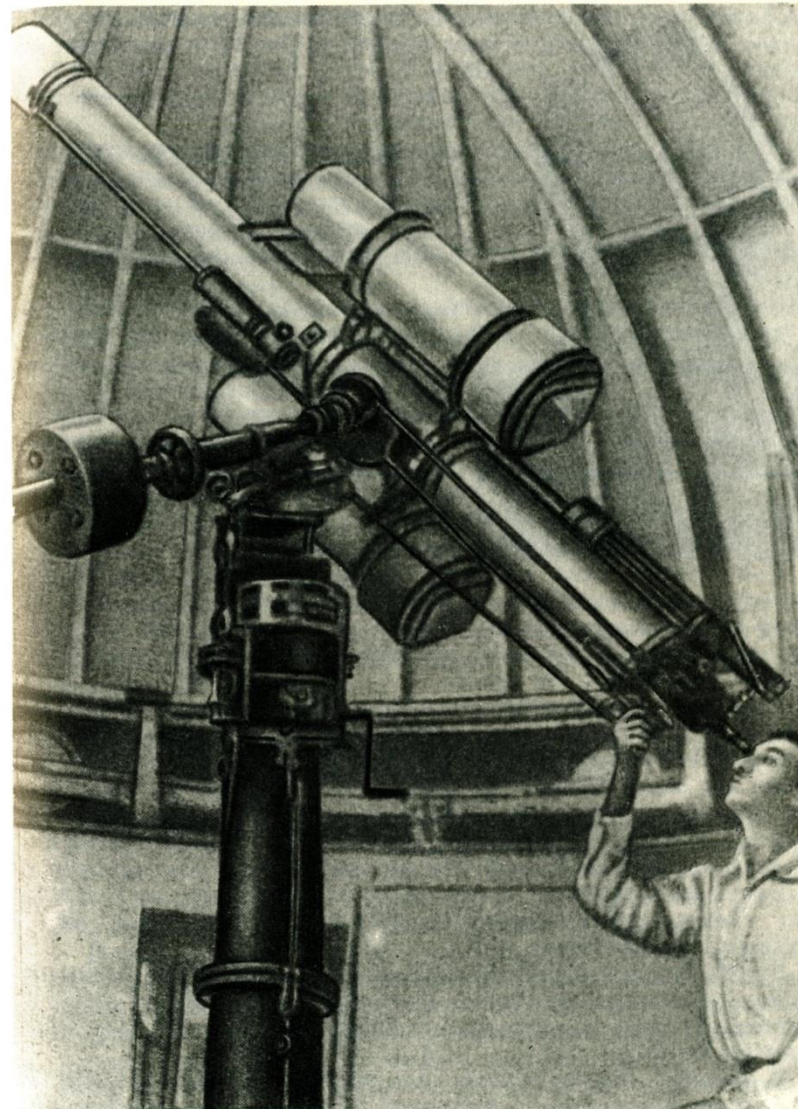
Симеизский астрограф был двойным, то есть он имел две параллельные трубы с объективами диаметром 120 миллиметров, и каждая труба была снабжена фотографической камерой.

В марте 1909 года молодой астроном Сергей Иванович Белявский (1883—1953) сделал в Симеизе первый фотоснимок звездного неба. А через два с половиной года, когда он с помощью того же астрографа открыл новую комету (это была первая комета, открытая русским астрономом!), Симеизская обсерватория стала известна всему миру.

Фотографирование небесных тел как один из методов астрофизических исследований быстро вошло в практику Симеизского отделения и стало главным в его работе. Теперь астроному уже не нужно было подолгу смотреть в телескоп и напрягать зрение. За него эту работу успешно выполняла фотопластинка. На ней получались не только «портреты» отдельных небесных тел, но и целых участков звездного неба. И вместо того чтобы каждую из звезд изучать по очереди в телескоп, да еще, например, в морозную погоду, фотографическую пластинку можно было исследовать в теплом и уютном лабораторном помещении на специальном измерительном приборе. Снабженный микроскопами, он позволял определять положение звезд с высокой точностью.

По инициативе Оскара Андреевича Баклунда Симеизское отделение в 1912 году включилось в международную программу наблюдений малых планет. На двойном астрографе эта работа протекала весьма успешно. Просматривая два снимка (два негатива)

* Название астрографа происходит от греческих слов astron — звезда и graphō — пишу, что означает — «звездописец».



Астрограф Симеизской обсерватории. Возле телескопа Борис Александрович Воронцов-Вельяминов. 1931 г.

ва) одной и той же области неба, астроном-наблюдатель мог увереннее судить о запечатленных объектах. При этом исключалась возможность принять случайные дефекты эмульсии на пластинке за след малой планеты или кометы. В истории астрономических исследований подобные недоразумения случались...

Каждый из вас, видимо, смотрел в самодельную астрономическую трубу или в школьный телескоп. Но почему звезда, на которую вы нацелили телескоп, быстро «уплывает» из поля зрения инструмента? Оказывается, в этом повинно суточное вращение небосвода. А в телескоп, благодаря увеличению, оно кажется еще более быстрым.

Суточное вращение небосвода нагляднее всего проявляется в движении по небу Солнца от его восхода до заката. С наступлением ночи над нами в том же направлении — с востока на запад — проплывают хороводы звезд. Следовательно, чтобы наблюдатель мог видеть интересующую его звезду и удерживать ее на одном месте, труба телескопа должна плавно поворачиваться вслед за ее движением по небосводу. Для этого многие телескопы (в том числе астрографы) снабжены специальным часовым механизмом. Он поворачивает трубу со скоростью вращения земного шара или, как говорят астрономы, «ведет трубу» за звездой.

Наблюдение звезд и планет фотографическим методом не только значительно облегчило работу астрономов и сделало ее во много раз производительнее, но и позволило наблюдать и открывать даже такие астероиды*, которые не видны ни в какие телескопы. Объясняется это просто.

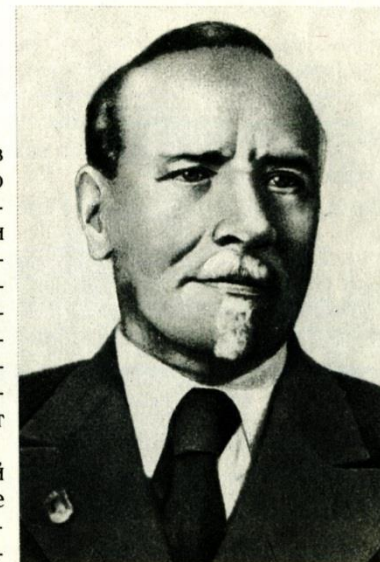
Если звезды рассматривать в телескоп, то сколько на них ни смотри, от этого они ярче не станут. Зато при фотографировании по мере увеличения выдержки на пластинках получают изображения все более слабых небесных светил, которые при визуальном обзоре не видны. А происходит это потому, что световая энергия, накапливаясь в светочувствительном слое фотопластинки, увеличивает свое воздействие на эмульсию и в конечном счете вызывает ее почернение. В этом и проявляется одно из важнейших преимуществ астрономической фотографии перед визуальными наблюдениями.

В 120-миллиметровый симеизский астрограф после часового экспонирования на пластинках получались изображения звезд и астероидов, блеск которых был слабее блеска звезд 6-й величины в несколько тысяч раз.

В Симеизе первая малая планета была открыта 14 марта 1913 года астрономом Григорием Николаевичем Неуйминым (1886—1946). Она вошла в международный каталог малых планет под номером 748 и названа — Симеиза.

* В телескоп малые планеты кажутся святающимися точками — очень похожи на слабые звезды. Вот потому их еще называют астероидами, что означает — «звездopodobные».

Григорий Николаевич Неуймин.



Из 144 симеизских астероидов 74 были открыты Неуйминым. До 1980-х годов Григорию Николаевичу принадлежал рекорд среди советских астрономов по количеству открытых малых планет. Теперь же обладателем этого рекорда является астроном Крымской астрофизической обсерватории Николай Степанович Черных. Он открыл около двухсот пятидесяти новых астероидов.

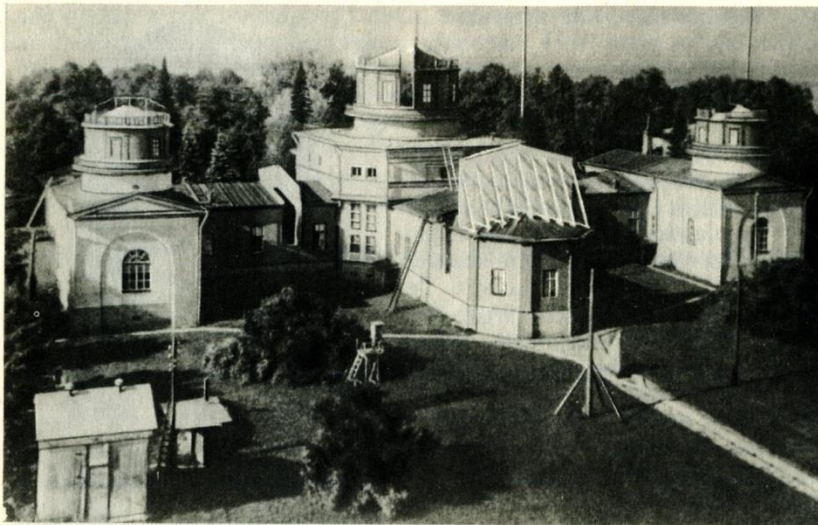
Однако за Неуйминым по сей день сохраняется в нашей стране первенство по числу открытых комет. Свою последнюю, шестую комету он подарил миру в соавторстве с астрономом Дютуа из Южной Африки и бельгийцем Дельпортом. Но это было уже в июле сорок первого — месяц спустя, как мирный труд советского народа был прерван нашествием гитлеровских орд.

Имя Ленина — планете

Вихри революционных событий 1917 года захватили и Пулковскую обсерваторию. Управление обсерваторией было возложено на совет астрономов. В июне 1919 года на должность директора обсерватории был избран ректор Петроградского университета профессор Александр Александрович Иванов.

Положение в стране в те годы было крайне тяжелое. Молодая Советская Республика оказалась в огненном кольце гражданской войны и иностранной интервенции. Свиристствовали голод и тиф. Но даже в этих труднейших условиях Владимир Ильич Ленин находил время, чтобы направлять деятельность научных учреждений. Ильич составил набросок плана научно-технических работ Академии наук, в котором главное внимание уделялось изучению естественных производительных сил России.

Владимир Ильич считал, что научные исследования в первую очередь должны служить целям развития экономики страны. И к чести большинства русских ученых, их основная деятельность в тот период была направлена на выполнение этого важнейшего ленинского предназначения.



Пулковская обсерватория в предреволюционные годы.

С особой яркостью проявился высокий гражданский патриотизм ученого-астронома Павла Карловича Штернберга (1865—1920).

В 1919 году, когда над Советской Республикой нависла смертельная опасность, вызванная обострением положения на фронтах, П. К. Штернберг назначается членом Реввоенсовета 2-й армии на решающем Восточном фронте. Его энергия и настойчивость сыграли важную роль в разгроме армии Колчака. Самому Павлу Карловичу эта победа стоила жизни...

Ленин всегда был большим другом ученых. В 1919 году, когда положение ученых стало особенно тяжелым, он предложил ввести особый «академический» паек для научных работников. Тогда же была создана комиссия по улучшению быта ученых. Владимир Ильич обратился в Президиум Петроградского Совета с просьбой обеспечить ученых кабинетами и лабораториями для проведения научных опытов и исследований. И, несмотря на острую нехватку в стране топлива, добился выделения ученым дополнительного количества дров.

В июне 1920 года Алексей Максимович Горький (1868—1936) привез из Петрограда письмо директора Главной российской обсерватории — Пулковской — профессора А. А. Иванова. В письме говорилось, что обсерватория переживает огромные трудности, связанные с недостатком электроэнергии, научной литературы, фотопластинок, оборудования... Ленин лично ознакомился с содержанием этого письма, и по его просьбе были приняты меры

по оказанию незамедлительной помощи Пулковской обсерватории.

Среди других отечественных обсерваторий Пулковская считалась самой богатой. Но и ее оборудование уже нуждалось в обновлении. В связи с этим английской фирме Гребба в 1912 году был сделан заказ на изготовление двух крупных телескопов — рефрактора и рефлектора — для южных отделений Пулково в Николаеве и Симеизе.

Фирма заказ приняла. Но отлить линзы для нового 81-сантиметрового рефрактора не смогла. Получить такую большую заготовку идеально чистого стекла — одинаковой плотности и без газовых пузырьков — оказалось для нее делом непосильным*.

Второй заказ, на метровый рефлектор, был проще. В 1920 году, когда в Европе воцарился мир и между странами стали налаживаться деловые отношения, были возобновлены переговоры и с фирмой Гребба. Владимир Ильич Ленин поручил народному комиссару внешней торговли и полпреду СССР в Англии и Франции Леониду Борисовичу Красину (1870—1926) познакомиться с ходом строительства телескопа. Выяснилось, что телескоп почти закончен и фирма готова передать его Советскому Союзу при условии значительной доплаты.

Нелегко было нашему государству после многих лет войны и хозяйственной разрухи выкроить большую сумму денег на непредвиденные расходы. Но и отказать пулковским ученым в приобретении крупного телескопа Совнарком не мог. Англичане получили деньги сполна, и новый рефлектор для Симеиза на пароходе был доставлен в Ялту.

...Горестная весть о кончине Владимира Ильича Ленина быстро разнеслась по стране. Для советских людей Ленин был не только великий вождь, но и самый близкий друг и советчик. И вдруг его не стало...

В Крыму работал в то время астроном Сергей Иванович Белявский, прекрасный знаток звездного неба. Он возглавлял Симеизское отделение Пулковской обсерватории. Темные южные ночи исследователь звездных миров неизменно проводил у телескопа. Впоследствии он составил обширный каталог звезд.

Однако среди любителей астрономии Белявский популярен как первооткрыватель малых планет. Наблюдая звезды, он открывал их как бы попутно. Малыми планетами астроном-энтузиаст занимался «для души». Но нам известно, как много вложил он в это дело кропотливого труда.

На редкость «урожайным» был для Сергея Ивановича апрель предреволюционного, 1916 года, когда, просматривая пластинки,

* Впоследствии, в начале сороковых годов, объектив диаметром 81 сантиметр был изготовлен в Ленинграде под руководством известного советского оптика Д. Д. Максудова. Но сам телескоп так и не был построен: монтаж инструмента, доставленная из Англии в Пулково, была уничтожена в результате обстрелов и бомбардировок фашистов во время боев на Пулковском рубеже.

46 он обнаружил на них подряд восемь новых астероидов. В общей сложности он открыл тридцать одну ранее никому не ведомую малую планету.

Всем своим «новорожденным» Белявский старался придумать достойные названия. Он называл малые планеты в честь выдающихся русских ученых-астрономов Павла Карловича Штернберга и Сергея Павловича Глазенапа (1848—1937), мужественных исследователей Арктики Фритьофа Нансена (1861—1930) и Руала Амундсена (1872—1928), отважных советских парашютисток Наты Бабушкиной (1915—1936), Любы Берлин (1915—1936) и Тамары Ивановой (1912—1936), а также именами других замечательных людей.

Особое уважение и искреннюю душевную теплоту Белявский испытывал к Владимиру Ильичу Ленину. В Ленине он видел сочетание всего лучшего, что может быть присуще настоящему человеку, пламенному революционеру и большому государственно-му деятелю. Ленин был воплощением самых сокровенных народных дум и чаяний, светочем для трудящихся всего мира.

«Нет, такой человек, как Ленин, не может умереть. Он будет светить в веках человечеству яркой звездой. Именно звездой! — думал Белявский. — Именем Ленина мы назовем планету». И он назвал: Владилена!

Эта планета была открыта Белявским в Симеизе 2 апреля 1916 года. В ту ночь Сергей Иванович впервые сфотографировал ее. Несколько лет спустя, когда была вычислена орбита новой планеты, ее занесли в международный каталог под номером 852. И только в 1924 году обрела она свое замечательное название.

Владилена находится от Солнца в 2,36 раза дальше, чем Земля, и совершает полный оборот вокруг светила за три года и семь с половиной месяцев. Диаметр ее невелик — всего тридцать два километра, так что сила тяжести на скалистой поверхности астероида почти в тысячу раз меньше, чем на Земле.

В апреле 1970 года, когда весь мир отмечал столетие со дня рождения Ленина, в небесной выси пролетала она над Землей...

Так одно из небесных тел стало своеобразным космическим памятником основателю Коммунистической партии и Советского государства Владимиру Ильичу Ленину.

Годы достижений

Кто из вас, читатель, не мечтает побывать в астрономической обсерватории и посмотреть в самый большой телескоп? Ведь это так интересно — увидеть далекие небесные миры как бы вблизи. Разумеется, такое желание не обошло стороной и автора этих строк.

В детстве я жил с родителями в маленьком белорусском городке Старом Быхове. И разве удалось бы мне приобщиться к



Автор этой книги у самодельного телескопа. 1940 г.



Дмитрий Дмитриевич Максудов.

науке о небе, не окажись в нашей домашней библиотеке «Живописная астрономия» — книга Камилла Фламариона (1842—1925), замечательного французского астронома-популяризатора. Не одно поколение изучало по ней астрономию, а для меня она стала главной книгой детства, определившей дальнейший жизненный путь. Затем были и другие книги о Вселенной, карты звездного неба, самодельные телескопы и, конечно, желание побывать в Пулковской обсерватории. Осуществилось оно нескоро — после окончания школы, в июле сорокового года.

...Самое сильное впечатление осталось от осмотра 76-сантиметрового рефрактора. Этот телескоп поражал каждого посетителя обсерватории своей грандиозной двадцатиметровой трубой!

Помню, в то время обсерватория пополнилась еще одним большим инструментом...

Наблюдения Солнца в Пулкове велись на 76-сантиметровом рефракторе. Его оптика была рассчитана для визуальных наблюдений, то есть для наблюдений глазом, и чтобы приспособить телескоп для фотографирования дневного светила, пришлось изготовить для него дополнительную линзу. Но к подвижной трубе было сложно прикреплять спектрограф для фотографирования спектра Солнца и другие тяжелые приборы. Поэтому перед советскими учеными-оптиками была поставлена задача построить для исследователей Солнца специальный телескоп.

Конструкцию нового телескопа разработал крупный специалист по астрономическому приборостроению Николай Георгиевич Пономарев (1900—1942), а оптика была сделана под руководством члена-корреспондента Академии наук СССР Дмитрия Дмитриевича Максудова (1896—1964). Они трудились в Пулкове, создавая для наблюдателей небесных светил превосходные астрономические инструменты.

Летом 1940 года горизонтальный солнечный телескоп был установлен в Пулковской обсерватории. Диаметр его вогнутого параболического зеркала составлял 500 миллиметров, а фокусное расстояние равнялось семнадцати метрам. Телескоп был изготовлен в Ленинграде, на Государственном оптико-механичес-

ком заводе (ныне Ленинградское оптико-механическое объединение имени В. И. Ленина — ЛОМО). Это был самый крупный в Европе инструмент, предназначенный для исследований Солнца.

Новый телескоп совсем не был похож на уже знакомые вам телескопы. Прежде всего, он был без... трубы.

«Как же так? — удивленно подумает читатель. — Разве может быть телескоп без трубы?»

Оказывается, может. «Трубой» ему служил весь павильон, протянувшийся с севера на юг на 50 метров. К южной части павильона примыкал небольшой домик. В этом домике-пристройке был расположен целостат — круглое плоское зеркало, вращающееся вокруг полярной оси*.

Перед началом наблюдений домик откатывался по рельсам в сторону. Обращенный к Солнцу целостат улавливал лучи светила и отражал их на дополнительное плоское зеркало. Это зеркало через узкое отверстие, проделанное в южной торцевой стене павильона, направляло солнечный свет горизонтально в главное (500-миллиметровое) зеркало телескопа. Оно крепилось неподвижно в противоположном конце павильона. В его фокусе можно было получать одновременно две фотографии Солнца диаметром около 16 сантиметров.

На пути лучей, отраженных 500-миллиметровым зеркалом, помещалось еще одно, особое зеркало, позволявшее наблюдать и фотографировать дневное светило в крупном масштабе — диаметром 56 сантиметров. Здесь же, внутри затемненного павильона, была установлена аппаратура для спектроскопических

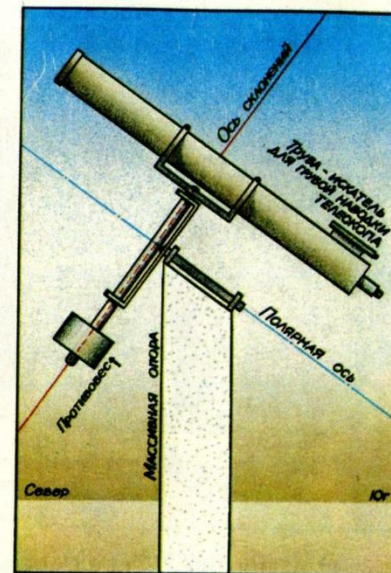
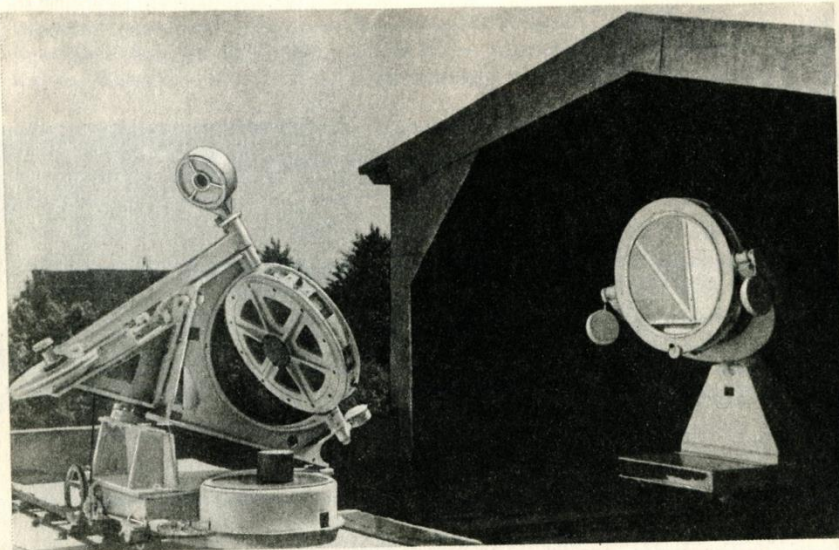


Схема экваториальной монтировки телескопа.

* Чтобы следить за движением Солнца по небосводу, ось вращения зеркала устанавливается параллельно оси мира или оси вращения Земли. Это и есть полярная ось.

У телескопов с так называемой экваториальной монтировкой, как, например, у большого пулковского рефрактора, вращение происходит тоже вокруг полярной оси и еще вокруг оси склонения (последняя расположена параллельно плоскости небесного экватора). Установив телескоп по склонению — одной из координат светила — и закрепив его в таком положении, астроном может спокойно следить за светилом, поворачивая инструмент с помощью часового механизма лишь вокруг одной — полярной — оси.



Целостат и дополнительное зеркало горизонтального солнечного телескопа Пулковской обсерватории.

исследований. С ее помощью из солнечного света «выжимались» самые разнообразные научные сведения.

Читатель, видимо, заметил, что благодаря «неподвижной» конструкции солнечного телескопа удалось избежать неудобств, связанных с прогибанием больших линз и зеркал от собственной тяжести. Все вспомогательные приборы были закреплены так же жестко, как и само 500-миллиметровое зеркало. И крепились они не к инструменту (от чего могли возникать дополнительные гнутя, приводящие к неустраняемым ошибкам наблюдений), а к бетонным столбам, установленным на прочном фундаменте. К тому же часовой механизм вращал не весь телескоп, а только лишь целостат. Для этого и мотор нужен был небольшой мощности, чем если бы потребовалось поворачивать всю махину.

Едва завершились работы по созданию и установке горизонтального солнечного телескопа, как Дмитрий Дмитриевич Максудов приступил к осуществлению новых творческих замыслов. На этот раз он решил сконструировать телескоп нового типа...

Когда в конце прошлого столетия оптики научились серебрить стеклянные зеркала для рефлекторов, то такие зеркала стали отражать в полтора-два раза больше света, чем изготовлявшиеся ранее металлические. Благодаря резкому повышению качества телескопических зеркал и простоте их изготовления рефлекторы стали быстро «набирать силу».

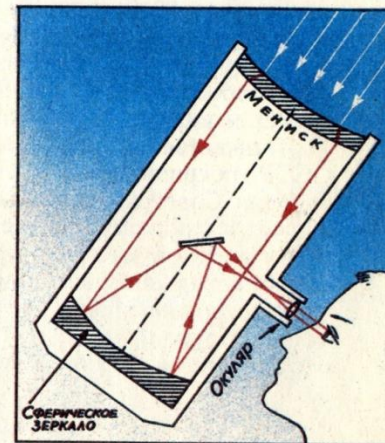
Уже в 1917 году на американской обсерватории Маунт-Вилсон был установлен 258-сантиметровый телескоп-рефлектор. По размеру «зрачка» он превзошел своего старшего брата — 102-сантиметровый рефрактор Йеркской обсерватории (США) в шесть с половиной раз!*

Из этого сравнения должно быть ясно, что зеркальные телескопы — более светосильные инструменты, нежели линзовые. Вот почему для исследований очень далеких слабосветящихся небесных объектов, как правило, применяются рефлекторы, а не рефракторы. Зато у рефракторов свои преимущества: они дают четкое изображение по всему полю зрения и удобны для точных измерений положений небесных светил.

А нельзя ли создать такой телескоп, чтобы он сочетал в себе достоинства рефлектора — большую светосилу и преимущества рефрактора — высокое качество изображения? Этой проблемой и занялся советский ученый Д. Д. Максудов. Он решил подобрать для рефлектора специальную линзу, похожую на блюдечко, то есть вогнутую с одной стороны и выпуклую с другой. Эту линзу-мениск изобретатель установил в верхней части трубы — перед фокусом сферического зеркала, но так, чтобы своей выпуклостью она была бы обращена к зеркалу. Кривизну мениска Максудов рассчитал таким образом, чтобы лучи света, пройдя сквозь него, слегка разошлись бы в стороны, а отразившись от зеркала, собрались бы в одной точке — в фокусе зеркала. В результате корректирующего (исправляющего) действия мениска изображение получалось четким не только в центре поля зрения телескопа, но и по краям. Серьезный недостаток, присущий рефлекторам, у менискового телескопа Максудова был полностью устранен.

Благодаря мениску, изменявшему ход лучей, значительно укоротилась труба. Телескоп получился компактным и более удобным. Работа по его созданию была завершена в самом начале войны.

Труд Дмитрия Дмитриевича Максудова и Николая Георгиевича Пономарева получил высокую оценку. За создание новых ас-



Ход лучей в менисковом телескопе Д. Д. Максудова.

* Йеркский рефрактор, вступивший в строй в 1897 году, и по сей день является самым мощным в мире линзовым телескопом. Все последующие попытки изготовить телескоп с более крупным объективом оказались безуспешными.

трономических инструментов им была присуждена Государственная премия СССР. Максудов стал дважды лауреатом этой премии.

Оснащение Пулкова и других наших обсерваторий новыми инструментами, изготовление которых налаживалось отечественной оптической промышленностью, открывало перед советскими исследователями Вселенной необозримые перспективы.

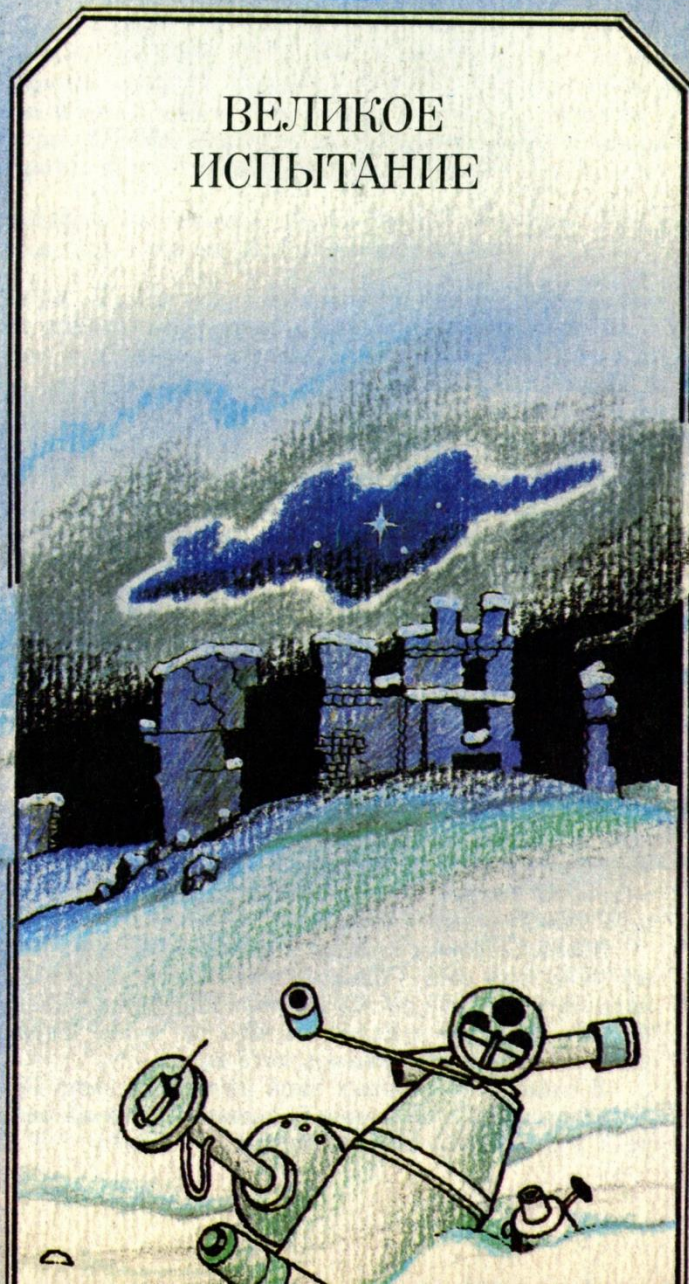
В июне 1940 года Пулковская обсерватория отметила свое столетие. На празднование юбилея прибыли многочисленные коллеги и друзья пулковцев из различных астрономических учреждений и обсерваторий нашей страны. Приехали поздравить своих коллег и видные зарубежные ученые.

Торжественно проходила юбилейная сессия Академии наук СССР, посвященная 100-летию ведущей астрономической обсерватории Советской страны. И, прослушав выступления именитых ученых и ознакомившись с работой пулковских астрономов прямо на их рабочих местах — в башнях у телескопов, в лабораториях и кабинетах обсерватории, участники торжества поняли: советская астрономия выходит на передовые рубежи. Никто, конечно, не подозревал тогда, что Пулковская обсерватория — гордость отечественной науки — через год превратится в груды руин...



3

ВЕЛИКОЕ ИСПЫТАНИЕ





По велению сердца

Разрывы смертоносных фугасных бомб, сброшенных среди ночи 22 июня фашистами на Севастополь, симеизцы ощутили так, будто были сами под этой бомбежкой. В Крым пришла война еще до того, как загрохотали тысячи орудий огромного фронта — от Черного до Баренцева моря.

Маленький коллектив Симеизской обсерватории стал готовиться к эвакуации, а те, кто был помоложе, взялись за оружие. В числе первых добровольцев был Владимир Григорьевич Шапошников (1905—1942).

За год до этого Владимир Григорьевич был участником академической сессии, посвященной юбилею Пулковской обсерватории. Выступая с научным докладом в конференц-зале Пулкова, он сразу же обратил на себя внимание специалистов. Астрометристы поняли, что их семья пополнилась молодым талантливым ученым.

Шапошников готовился к новым исследованиям, но нависшая над Родиной, над всеми советскими людьми угроза фашистского порабощения отодвинула его научные занятия на второй план. Сперва надо было одолеть фашистского зверя.

В один из тревожных дней июля Владимир Григорьевич простился с женой, с товарищами по работе и ушел в народное ополчение.

...Шапошников на Южном фронте. В составе расчета зенитного орудия он отражал налеты фашистских стервятников. Глубокие знания по астрономиигодились зенитчику и в ратном деле.

В октябре в бою под Керчью В. Г. Шапошников был ранен и переправлен через Керченский пролив на Большую землю. Из госпиталя в Макопсе (около Туапсе) он прислал в Ташкент директору Пулковской обсерватории отчет о проделанных наблюдениях и план своей научной работы*. Этот отчет ставился в пример другим сотрудникам как образец исключительно добросовестного и ответственного отношения к порученному делу.

У сестры Шапошникова, Полины Григорьевны, сохранились письма брата, присланные из госпиталя.

23 октября. Отправил Вам вчера открытку с извещением о том, что я ранен. Ранен в левое плечо...

4 ноября. Плечо мое поправляется. Я все обдумываю свою будущую работу над темой, над которой я работал на обсерватории в Симеизе. Планы большие; в Симеизе они были для меня хоть сколько-нибудь планами, а сейчас пока это фантазии. Придется ли вообще вернуться к работе по астрономии? Впрочем, благоприятные неожиданности случаются не так уж редко в жизни.

10 декабря. Отсюда уезжаю, вероятно, послезавтра. Отпуск получить мне не удалось.

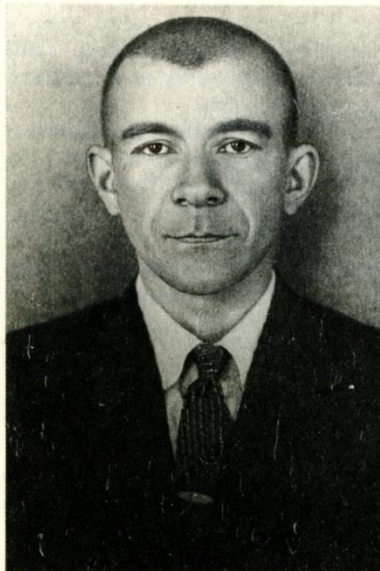
Затем — письмо с дороги.

19 января. Здоров. Могу наконец сообщить Вам свой адрес: Полевая почта 543, в/ч 1155, подразделение Горшкова. Излишне упоминать о том, что я с нетерпением буду ждать от Вас письма. Пишите о Ваших делах, о всех родных и знакомых...

Это были последние строки, написанные Владимиром Григорьевичем своим близким.

...Есть под Харьковом село Глазуновка, что расположено на территории Пятигорского сельсовета Балаклеевского района. Здесь в январе сорок второго шли тяжелые, кровопролитные бои. Активным участником этих боев был В. Г. Шапошников. Гитлеровцы несколько раз занимали Глазуновку, но советские бойцы контратаковали и выбивали врагов из села. В одной из таких атак 7 февраля 1942 года В. Г. Шапошников пал смертью героя.

* В годы Великой Отечественной войны часть сотрудников Пулковской обсерватории была эвакуирована в Ташкент.



Владимир Григорьевич Шапошников.

Вспоминая о своем друге, академик Академии наук Узбекской ССР Владимир Петрович Щеглов (1904—1985) писал:

«Он погиб в расцвете своего таланта, защищая нашу Родину от фашистского нашествия... Незадолго до этого в Ташкент прибыли в порядке эвакуации сотрудники Симензской обсерватории. Среди них была жена Владимира Григорьевича Е. Ф. Шапошникова. Здесь она получила известие о его смерти, воспринятое всеми нами с глубокой скорбью о невозвратимой потере».

За мужество и героизм, проявленные в боях с фашистскими захватчиками, В. Г. Шапошников был представлен к правительственной награде. Но получить свою награду астроном-солдат не успел...

Героя похоронили в братской могиле у северной окраины Глазуновки. Над могилой на высоком постаменте возвышается фигура скорбящего воина. На мемориальных досках имена тех, кто отдал свою жизнь за освобождение Родины от фашистских оккупантов. На средней, внизу, — имя В. Г. Шапошникова. Тут же щит со словами:

Куда б ни шел, ни ехал ты, но здесь остановись,
Могиле этой дорогой всем сердцем поклонись.

В мае 1975 года, в канун 30-летия Победы, Елизавета Федоровна Шапошникова получила письмо из Пятигорского сельсовета. Распечатав конверт, она прочитала: «...братскую могилу, в которой похоронен Ваш муж, погибший за освобождение села Глазуновка, мы бережем как зеницу ока...»

Беседуя однажды с Шапошниковым, В. П. Щеглов спросил у него, что он ценит в своей жизни больше всего.

— Книги и путешествия, — ответил тот не задумываясь. Ни тем ни другим ему не удалось воспользоваться в полной мере...

На Великой Отечественной сложил голову заведующий хозяйством Симензской обсерватории М. М. Беликов. А механик

А. А. Котов, не успевший эвакуироваться, был убит гитлеровцами в Симеизе. Не обошлось без потерь и в Николаевском отделении. За два с половиной года оккупации оно подверглось опустошению. Но самые большие жертвы понесла Пулковская обсерватория. 18 сентября 1941 года фашистские танки и мотопехота были остановлены в полутора километрах от обсерватории. Пулково оказалось на переднем крае обороны Ленинграда.

850 дней и ночей у стен обсерватории шло жестокое сражение. На позиции защитников Пулковских высот враг обрушил сотни тысяч снарядов, мин, авиабомб. Здесь вся земля была перепахана и вздыблена взрывами. Каждый ее метр был усеян осколками железа и полит кровью.

Обычно после артналета или бомбежки фашисты начинали атаку. И тогда стороны сходились врукопашную... Бои не прекращались даже ночью. Не раз наши бойцы отбивали атаки гитлеровцев при свете пожарниц, когда горели наблюдательные павильоны обсерватории, строения возле Пулковского холма.

Однажды командир одного батальона, оборонявшего Пулковские высоты, донес, что враг начал сильный обстрел главного здания обсерватории, что зданию угрожают огонь и разрушение, а вокруг разбросаны книги...

Работник политуправления фронта, батальонный комиссар Р. М. Бродский тотчас отправился в Пулково. Он увидел, что в нижней части стены, обращенной в сторону противника, тяжелый снаряд пробил большую брешь. Через нее солдаты выносили на куруво книги и бумаги... У некоторых томов переплеты были оторваны, страницы испачканы, листы других обгорели. Книгам, которые до этого бережно хранились в научной библиотеке, грозило полное уничтожение.

Роман Михайлович поспешил доложить об этом начальнику политуправления фронта. Затем по поручению командования он отправился в Ленинград проинформировать о происходящем уполномоченного президиума Академии наук СССР академика Леона Абгаровича Орбели (1882—1958).

Войдя в его кабинет, Р. М. Бродский неожиданно для самого себя оказался перед представительным генерал-полковником медицинской службы и пытался приветствовать его в уставном порядке. Но седой генерал с добрым и проницательным взглядом усадил посетителя в удобное кресло и попросил называть себя просто по имени-отчеству.

— Оправившись немного от смущения, вызванного таким приемом, — вспоминал Р. М. Бродский, — я доложил о причине своего прихода. Академик, схватившись за голову, воскликнул: «Да знаете ли вы, что там в подвале сложены инкунабулы*, труды основоположника современной астрономии Иоганна Кеплера,

* Инкунабулы — книги начальной поры книгопечатания (до 1501 года), внешне похожие на рукопись.

книги с пометками самого Коперника?!» Ничего этого я, конечно, не знал, но еще тверже понял, что спасти библиотеку необходимо. Однако для ее эвакуации нужны были люди, знающие, что следует вывезти в первую очередь и где именно находятся наиболее ценные издания. Нужна была и заправленная горючим грузовая автомашина, а раздобыть такую машину в блокадном Ленинграде было крайне сложно...

Выслушав комиссара, Леон Абгарович вызвал к себе профессора астрономии А. Н. Дейча. Александр Николаевич работал в Пулковке, можно сказать, до последнего часа — пока обсерватория не оказалась на линии огня. Уже под обстрелом он вместе с другими сотрудниками прятал в подвалы главного здания ценнейшие научные книги. Многим тогда казалось, что эти подвалы с толстыми кирпичными стенами и прочными потолками будут служить для них надежным укрытием. Но то, что устояло в гражданскую, во время обстрела Пулковских высот Юденичем, не могло выдержать усиленного огня фашистской артиллерии. И когда угроза полного уничтожения книг стала явной, А. Н. Дейч, исполнявший в ту тяжкую пору обязанности директора Пулковской обсерватории, лично занялся их спасением.

— В начале октября, — рассказывал Александр Николаевич, — я вместе с Виктором Рудольфовичем Бергом (пулковский астроном. — О. К.) в сопровождении батальонного комиссара В. А. Герасимова подъехал на открытой грузовой машине к подножию Пулковского холма. Поднявшись на гору, мы при слабом свете месяца увидели разрушенные стены главного здания с дырами вместо окон, без куполов башен, без перекрытий. Спустившись в подвал, мы с трудом нашли среди хаоса наваленных книг, обрывков звездных карт и астрономических таблиц ящик с редкими книгами и инкунабулами. Бойцы бережно снесли этот ящик вниз, осторожно погрузили на машину... В следующие две ночи добровольные дружины, сформированные из сотрудников Библиотеки Академии наук, Астрономического института (ныне Институт теоретической астрономии) и Пулковской обсерватории, продолжали вывозить в Ленинград книги из подвала и те, что были разбросаны вокруг рушившегося здания, походившего теперь не на астрономическую обсерваторию, а на развалины старой крепости. Спасением книг занимались главным образом женщины-дружинницы — ленинградки и пулковчанки. Им помогали воины, самоотверженно защищавшие Пулковский рубеж...

Казалось бы, в час тяжелейших испытаний, когда едва удавалось сдерживать натиск гитлеровских полчищ, разве было время думать о книгах?.. Но ленинградцы свято верили в Победу. И эта несокрушимая вера помогала людям стойко переносить неимоверные невзгоды и лишения, мечтать о будущем...

Сегодня спасенные книги снова стоят на полках научной библиотеки Пулковской обсерватории. И не каждый посетитель чи-

Старшина Василий Нуждин. Снимок сделан в День Победы, 9 мая 1945 года, в Берлине.



тального зала, раскрывая пожелтевшие страницы редких изданий, знает, что когда-то они были под бомбами и снарядами, что их извлекли из завалов горевшего здания.

...Одна из старинных астрономических книг — в витрине. Она хранится как живое напоминание о войне. Половина ее страниц пробита осколком вражеского снаряда. Заржавленный кусок металла застрял у самого сердца книги... Вот уже более сорока лет она несет в себе эхо войны, словно раненый воин-ветеран.

С первых же дней боев на южных рубежах обороны Ленинграда Пулковские высоты защищали астрономы Александр Николаевич Дадаев и Андрей Антонович Немиро, Мстислав Николаевич Гневашев и Николай Васильевич Фатчихин и рядовые сотрудники обсерватории Надежда Константиновна Логачева и Михаил Алексеевич Малышев.

У стен обсерватории сражался с фашистами и коренной пулковец Василий Михайлович Нуждин. Он здесь родился, вырос и работал мастером-механиком. А когда к порогу отчего дома подкатился огненный шквал войны, Нуждин по велению сердца взялся за оружие, получил назначение в 125-ю стрелковую дивизию.

Это была знаменитая дивизия. В неравный бой с фашистскими танками и мотопехотой она вступила уже на рассвете 22 июня — на западной границе, возле литовского города Таураге...

Окоп ротного политрука Нуждина оказался неподалеку от главного здания обсерватории — всего в четырехстах метрах от родительского дома. Впрочем, дома, как и села, уже не существовало: враг сжег Большое Пулково. А собственную избу и уцелевшие строения Василий с вверенной ему ротой разобрал. По бревнышку бойцы все перекатили на южный склон Пулковского холма. Там за несколько ночей, прямо под боком у гитлеровцев, выросли новые дзоты и блиндажи...

Командир 466-го стрелкового полка подполковник Алексей Григорьевич Тузов по-отцовски любил молодого смекалистого ротного политрука. Особенно оказалось кстати, что Нуждин из

местных и хорошо знает все окрестности. И Василий часто выручал: скрытно водил разведчиков в поиск, не раз сам участвовал в захвате «языка»...

После Победы Нуждин возвратился на самую дорогую сердцу землю — землю своих предков, которую отстоял в смертельной схватке с фашистским зверем. Он снова работал в обсерватории механиком и лишь недавно ушел на заслуженный отдых.

Каждый год Девятого мая оставшиеся в живых воины 125-й Красносельской Краснознаменной ордена Кутузова II степени стрелковой дивизии встречаются у подножия Пулковского холма, на воинском кладбище, где похоронены их друзья-однополчане. В кругу ветеранов прославленной дивизии и Василий Михайлович Нуждин. На его груди рядом с медалью защитника Ленинграда и другие боевые награды — за взятие Кенигсберга и за Берлин.

Возрожденная из руин

В сентябре 1943 года, в самый разгар войны, в Москве проходило астрономическое совещание. Участники совещания обсуждали, как лучше восстановить разрушенные обсерватории, и прежде всего Пулковскую. В Соединенных Штатах в то время велись работы по созданию еще более грандиозного пятиметрового рефлектора для обсерватории Маунт-Паломар, а нам нужно было начинать чуть ли не с нуля.

В январе 1944 года была полностью снята блокада Ленинграда. На Пулковских высотах отгремели последние залпы и воцарилась тишина. Вскоре после этого Пулково обследовала комиссия во главе с Григорием Николаевичем Неуйминым (в апреле 1944 года он был назначен директором обсерватории). Глазам предстала страшная картина: остовы разрушенных зданий, искореженная металлическая арматура, битый кирпич, изрытая снарядами и бомбами земля, сожженные вековые деревья... Вот во что превратили фашистские вандалы крупнейший центр мировой науки. Размер ущерба, причиненного Пулковской обсерватории, был определен в 137 315 615 рублей!

Трагическое зрелище представляла собой и Симеизская обсерватория. Стены главного здания зияли обгоревшими оконными проемами. Башни, где ранее находились астрономические инструменты, теперь пустовали.

При бегстве из Крыма гитлеровцы похитили и метровый рефлектор — самый большой наш телескоп. Весной 1945 года он был найден в Потсдаме. Но в каком виде! Ажурная конструкция телескопа была до того изуродована, что напоминала грудку металлического лома.

Меньше пострадала Николаевская обсерватория. Фашисты заминировали ее и хотели взорвать. Но стремительный штурм



Руины главного здания Пулковской обсерватории, разрушенного фашистами.

города советскими войсками и самоотверженность сотрудников обсерватории, обезвреживших мины, помешали гитлеровцам осуществить их варварские планы. Обсерватория была спасена от полного уничтожения.

На восстановление и реконструкцию Пулковской обсерватории Советское правительство отпустило 150 миллионов рублей. Предусматривалось также возродить «астрономическую жемчужину» в Симеизе, наладить наблюдения в Николаеве.

Симеизская обсерватория, где с мая 1926 года работал 102-сантиметровый рефлектор, уже давно превратилась в основную астрофизическую обсерваторию нашей страны. На базе Симеизской обсерватории в Бахчисарайском районе, в центре Крыма, где климатические условия наилучшие для наблюдений, была построена Крымская астрофизическая обсерватория Академии наук СССР. С 1952 года и до последнего дня жизни ее возглавлял крупнейший советский исследователь Солнца, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии СССР, академик Андрей Борисович Северный (1913—1987). Николаев по-прежнему является астрометрическим отделением Пулкова.

В июне 1947 года внезапно скончался Г. Н. Неуймин, и на пост директора Пулковской обсерватории был избран член-корреспондент Академии наук СССР (впоследствии академик, Герой Социалистического Труда) Александр Александрович Михайлов (1888—1983).



Александр Александрович Михайлов.

Восстановление Пулковской обсерватории, от которой фашисты не оставили камня на камне, продолжалось восемь трудных лет. В мае 1954 года состоялось ее торжественное открытие. Этому событию была посвящена специальная сессия Академии наук СССР, которая проводилась в Ленинграде и Пулкове. На сессии было зачитано приветствие президента Международного астрономического союза Отто Людвиговича Струве, правнука основателя Пулковской обсерватории В. Я. Струве*.

Пулковская обсерватория была не просто восстановлена, а построена заново и значительно расширена. Достаточно сказать, что ее территория, в сравнении с довоенным периодом, возросла в шесть раз и составляет теперь 150 гектаров, или полтора квадратных километра.

...Над главным зданием обсерватории возвышаются три наблюдательные башни. Они увенчаны вращающимися полусферическими куполами с раздвигающимися люками. Сквозь эти люки пулковские астрономы, по образному выражению Веры Инбер, нацеливают жерла телескопов на золотые ориентиры звезд... Когда поэтесса писала свою поэму «Пулковский меридиан», она мечтала и о телескопах, которые будут установлены в башнях возрожденной обсерватории... И вот их установили!

Своим фасадом здание обращено к северу, где взору открывается панорама большого города. Ровной лентой, как бы олицетворяющей знаменитый меридиан, к нему устремлено Киевское шоссе. И где-то в самом конце магистрали возвышается обелиск монумента героическим защитникам Ленинграда — города-воина, труженика, ученого — города-героя!

А здесь, на главном здании обсерватории, у его центрального portика, укреплен мраморная доска. Золотом на ней начертано:

* Отто Людвигович Струве (1897—1963) — выдающийся американский астроном, последний из «астрономической династии» Струве.

Международный астрономический союз (МАС) основан в 1919 году. Советский Союз вступил в МАС в 1935 году. Многие ученые-астрономы Пулкова являются членами МАС.

Сотрудникам
Пулковской
обсерватории,
павшим
за свободу
и независимость
нашей Родины
в боях
1941—1945

Берг В. Р.
Донбик А. К.
Ежов Д. Е.
Елистратов В. А.
Каргачев М. Н.
Левун Т. С.
Мессер В. А.
Петров С. С.
Пономарев Н. Г.
Ренц Ф. Ф.
Стариков И. А.
Циммерман Н. В.
Шульман Б. С.

Тринадцать пулковцев... Ученые и рядовые сотрудники обсерватории... Они отдали свою жизнь за Советскую Родину, за любимый город на Неве, за нашу науку. И, сами того не подозревая, не только исполнили свой патриотический долг, но совершили нечто большее, что можно приравнять к подвигу.

Будь то на фронте или в осажденном Ленинграде, они переступали грань человеческих возможностей. И всё ради одной цели: отстоять свободу, защитить Ленинград!

Сегодняшняя Пулковская обсерватория — это целый научный городок с новыми корпусами и наблюдательными башнями, оснащенными новейшими инструментами и лабораторным оборудованием, в основном отечественного производства. Для этого обсерватория имеет собственное конструкторское бюро с оптико-механическими мастерскими, где создаются разнообразные астрономические и физические приборы оригинальной конструкции.

Год рождения старейших пулковских телескопов совпадает с датой открытия обсерватории. Это те инструменты, на которых когда-то начинал наблюдения Василий Яковлевич Струве. С их помощью составлялись самые первые пулковские каталоги звезд, принесшие обсерватории всемирную известность и славу.

Теперь их сменяют современные астрометрические инструменты, сконструированные и построенные пулковскими учеными. А телескопы-ветераны, которым уже по полтораста, возможно, скоро станут экспонатами пулковского музея старинных инструментов.

В этом музее можно увидеть, например, объектив 76-сантиметрового рефрактора. Сам телескоп погиб под обстрелом, словно часовой на посту, а объектив удалось вывезти из фронтового



Восстановленное главное здание Пулковской обсерватории. Фасад.

Пулкова. И это все, что осталось от некогда знаменитого инструмента...

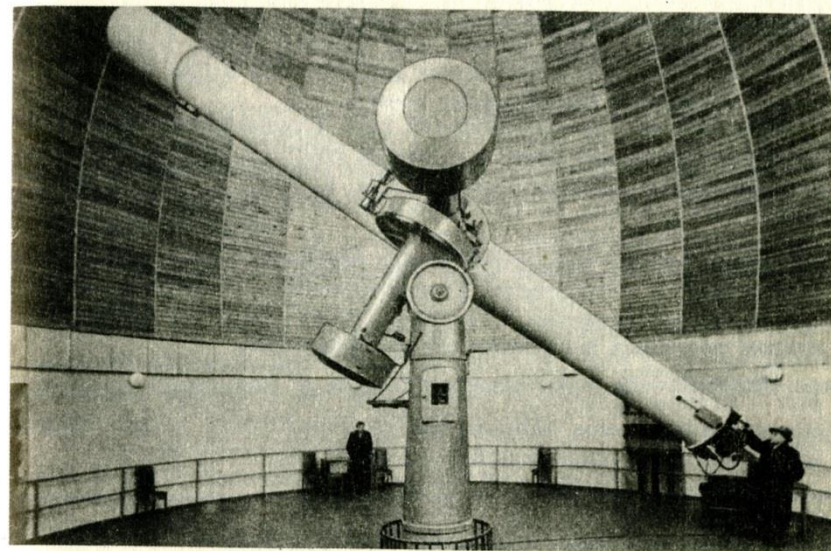
К югу от главного здания обсерватории расположена ее «научная площадка», сложившаяся в основном в годы послевоенного развития. В многочисленных башнях и павильонах работает около тридцати телескопов и других специальных инструментов, которые предназначены для различных астрономических наблюдений.

В самой большой башне «проживает» 65-сантиметровый рефрактор. Он заменил пулковцам погибший телескоп. Интересна и поучительна его история.

Телескоп был создан немецкой фирмой «Карл Цейс Йена» по личному приказу фюрера. Глава немецких нацистов решил презентовать его Муссолини — своему итальянскому партнеру по разбою и насилию. Палач дуче собирался установить телескоп в одной из своих средиземноморских вилл...

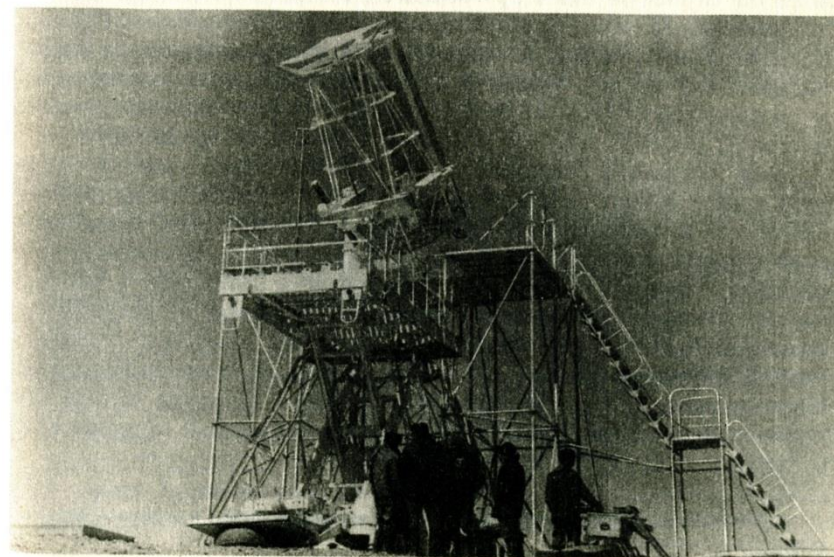
После победоносного окончания Великой Отечественной войны 65-сантиметровый трофейный рефрактор Цейса был передан Пулковской обсерватории. Теперь это самый большой линзовый телескоп в нашей стране.

Те инструменты и приборы, которые в настоящее время можно увидеть в самой Пулковской обсерватории, — всего лишь частица ее богатого оснащения. Обсерватория основала целую сеть новых филиалов на юге страны. Основной ее южной базой астрофизического профиля стала Горная станция вблизи Кисловодска.



65-сантиметровый пулковский рефрактор — самый крупный в СССР линзовый телескоп.

Солнечный телескоп «Памир».



Интересные наблюдения ведутся сменными экспедициями на Памире, на высоте 4350 метров над уровнем моря. Большая ценность высокогорных наблюдений заключается в том, что они свободны от многих атмосферных помех.

Выходит, что на сегодняшний день Главная астрономическая обсерватория нашей страны — это не просто обсерватория, а скорее крупный астрономический центр, в котором конструируются новые инструменты, разрабатываются новые методы наблюдений, производится обработка материалов и на основе полученных результатов ученые выдвигают новые гипотезы, строят новые научные теории. А что касается астрономических исследований, ведущихся непосредственно в Пулкове, то их тематика составлена с учетом реальных возможностей обсерватории.

По-прежнему главное направление деятельности обсерватории — астрометрическое. Это значит, что основные усилия пулковских астрономов направлены на определение точных координат звезд и изучение неравномерности вращения Земли.

С большим успехом для измерений положений звезд и планет в Пулкове используются фотографические наблюдения*. Такие наблюдения не только позволяют уточнять орбиты самих планет, они незаменимы для изучения движения их спутников. С развитием космонавтики это стало особенно необходимо — в связи с полетами к планетам автоматических межпланетных станций.

В конце 1988 года, в период последнего великого противостояния Марса, соседняя планета несколько месяцев находилась «под прицелом» крупнейших телескопов мира. Не обошли вниманием Марс и пулковские астрономы. Каждую ясную ночь они направляли на «красную планету» объективы своего 65-сантиметрового рефрактора. С его помощью фотографировался Марс. Правда, пулковцев интересовал не столько сам Марс, сколько его удивительные спутники — Фобос и Деймос. Астрономы считают, что это древнейшие тела Солнечной системы и подробное их изучение могло бы пролить свет на проблему планетной космогонии.

Для познания природы марсианских спутников в июле 1988 года к Марсу стартовали советские автоматические станции «Фобос-1» и «Фобос-2». К сожалению, с первой связь была потеряна; тесное сближение с Фобосом предстояло совершить второй станции. Точность выведения космического аппарата к Фобосу должна была быть поистине ювелирной, и, чтобы ее достичь, астрономам требовалось существенно уточнить движение спутников Марса. Именно с этой целью и производилось фотографирование Марса с его лунами в Пулкове, в его южном филиале вблизи Ордубада (Нахичеванская АССР) и в Абастуманской обсерватории в Грузии.

*О методе фотографической астрометрии рассказывается в очерке «Открытие невидимых миров».

Однако задача наблюдений спутников Марса не из легких. Блеск Марса в сотни тысяч раз превышает блеск его спутников, и маленькие небесные тела рядом с большой и яркой планетой почти незаметны. В масштабе пулковского рефрактора изображение Марса получается на фотографической пластинке кружочком около одного миллиметра, а расстояние между центром Марса и Фобосом составляет всего лишь 1,7 миллиметра. Поэтому в процессе экспонирования приходилось заслонять Марс специальным приспособлением.

Удалось получить около 300 положений Фобоса относительно Марса. Результаты наблюдений были переданы в Институт теоретической астрономии Академии наук СССР, где наблюденные положения спутников сравнивались с эфемеридными, то есть с предвычисленными данными. В результате была уточнена теория движения спутников, и новые сведения были использованы космической баллистикой при подлете станции к Марсу.

Второе направление работы обсерватории — астрофизическое. Но астрофизика — наука многогранная, и пулковцы сосредоточили свое внимание только на двух ее областях, в которых еще ранее смогли добиться важных научных результатов: это изучение Солнца и его активности и исследование звезд и звездных систем (о всех важнейших сторонах научной деятельности пулковских астрономов рассказывается в следующих главах).

Современная астрономия, как ни одна другая наука, нуждается в коллективизме, в сплочении усилий многих ученых. «Я убежден, — говорил пулковец — исследователь звездных миров, член-корреспондент Академии наук СССР Олег Александрович Мельников (1912—1982), — сейчас ученый в одиночку уже почти не может сделать подлинного открытия, он должен быть связан самыми тесными творческими узами с коллегами по своей и смежным областям науки». И астрономы Пулковской обсерватории уделяют немало внимания налаживанию деловых контактов с отечественными и зарубежными обсерваториями.

Особенно крепкие связи у пулковцев с учеными социалистических стран. Пулково оказало большую помощь в строительстве Улан-Баторской обсерватории в Монгольской Народной Республике. Пулковскими инструментами и приборами оснащена советско-кубинская обсерватория на острове Свободы.

На протяжении всей истории Пулковская обсерватория неразрывно связана с Академией наук. Она представляет собой крупнейшее в нашей стране академическое учреждение. Ныне астрономической обсерваторией руководит лауреат Государственной премии СССР, член-корреспондент Академии наук СССР Виктор Кузьмич Абалакин. Он является ее четырнадцатым директором.

Чтобы у читателей сложилось полное представление о современном Пулкове, автор считает нужным рассказать и о том, что не имеет прямого отношения к науке, но без чего мы уже не представляем себе возрожденную из руин обсерваторию, — о ее

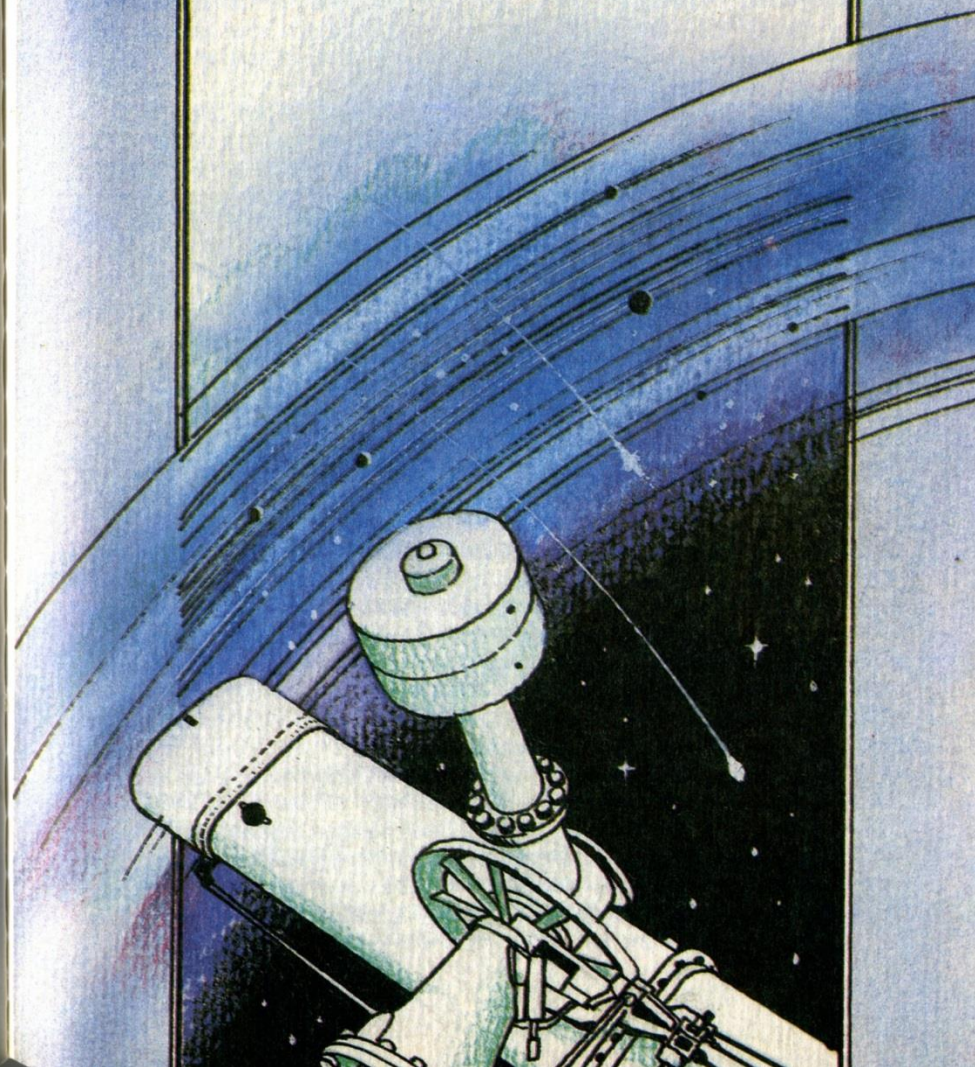
68 зеленом наряде. Мало сказать, что обсерватория озеленена. Она превращена в замечательный по красоте и богатый по собранию редких пород кустарников и деревьев парк.

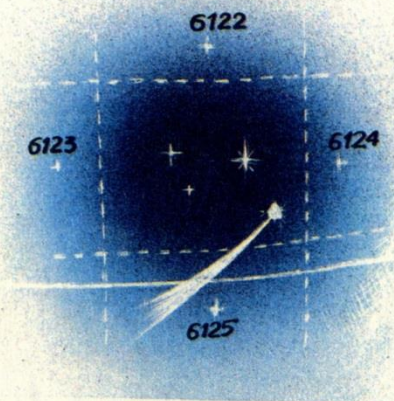
Особенно живописно на Пулковском холме в конце весны, когда здесь цветет сирень и обсерватория буквально утопает в сиреневом море. А если вам доведется побывать в Пулкове в пору золотой осени, вас очарует полуфантастическое видение: над пламенеющими кронами деревьев — причудливые серебристые башни, устремленные в далекую небесную синеву...



4

К ВЕРШИНАМ ТОЧНОСТИ





Перепись звезд

Из всех наук, возникших в глубокой древности, самой древней является астрономия. А началась она с наблюдений звезд, с первых попыток угловых измерений на небе и определений положений небесных светил.

Известно, например, что в середине IV века до нашей эры древнегреческий математик и астроном Эвдокс определил координаты 25 наиболее ярких звезд и составил как бы звездный каталог. Позднее созданием таких каталогов занимались и другие античные ученые. Однако самую настоящую перепись звезд произвел Гиппарх (190—125 гг. до н. э.) — один из величайших астрономов древнего мира.

Гиппарх усомнился в незыблемости созерцаемых человеком «небес». И это сомнение заставило его однажды заняться определением положений звезд. С помощью простейшего угломерного прибора, приспособленного для визирования и измерения расстояний между небесными светилами в градусной мере, Гиппарх на протяжении нескольких лет кропотливо и настойчиво осуществлял свое предприятие. Так появился на свет каталог, содержащий координаты 1022 звезд. (Каталог Гиппарха — самый древний из сохранившихся.)

Создав уникальный каталог, астроном считал, что в будущем это даст возможность судить о про-

исходящих на небе изменениях. Последние, видимо, так малы, что остаются незамеченными в течение жизни одного наблюдателя...

Гиппарх оказался прав. Его догадка получила подтверждение в начале XVIII столетия, когда английский астроном Эдмонд Галлей (1656—1742) сравнил положение ярких звезд с тем, что было в древнем каталоге. Он обнаружил, что некоторые звезды действительно покинули свои «насиженные» места. Сириус, например, сместился на небесной сфере больше чем на градус!

С тех пор собственное движение звезд не вызывало сомнений. И если оно едва уловимо даже для современной измерительной аппаратуры, то причина этому отнюдь не та, что звезды движутся медленно (напротив, их скорости относительно Солнца — центрального тела нашей Солнечной системы — составляют десятки километров в секунду). Причина в колоссальных расстояниях. Ведь почти все «мерцающие светильники» находятся от нас в миллионы и миллиарды раз дальше, чем главная звезда людей — Солнце!

А теперь, после краткого экскурса в историю, мы снова, читатель, возвратимся в Пулково — крупнейший астрономический центр страны. Да и не только нашей страны, а всего мира.

Над какими проблемами работают пулковские астрометристы сегодня? С помощью каких инструментов наблюдают?

Как и во времена Василия Яковлевича Струве, важнейшее место в работе Пулковской обсерватории занимает создание звездных каталогов.

Современный звездный каталог представляет собой перечень звезд, в котором даны их точные координаты (прямое восхождение и склонение), полученные из наблюдений на определенный момент определенного года, называемый эпохой. В каталоге содержатся также сведения о собственных движениях звезд, указываются их физические характеристики — спектральный класс и блеск в звездных величинах.

В астрономии различают два способа наблюдений: относительный и абсолютный. При относительном способе положения звезд на небе измеряются по отношению к опорным звездам, координаты которых известны. Но любые измерения неизбежно сопровождаются ошибками. В данном случае ошибка результата — координат звезды — будет суммироваться из ошибок измерений и погрешностей, вызванных не вполне точным знанием координат опорного небесного светила, к которому осуществляется «привязка». «Привязочных ошибок» можно избежать, если пользоваться абсолютным способом, то есть определить положение каждой звезды независимо от других звезд. Такой метод наблюдений позволяет добиваться наиточнейших результатов.

Одна из важнейших астрометрических тем, ведущихся в Пулковской обсерватории, состоит именно в абсолютных определениях координат фундаментальных звезд, то есть основных опорных



Андрей Антонович Немиро.

звезд. (Последний каталог фундаментальных звезд был составлен для эпохи наблюдений 1958 года. В нем содержится 1046 звезд.) Этим занимается отдел фундаментальной астрометрии, который на протяжении двадцати лет возглавлял профессор Андрей Антонович Немиро. В годы суровых испытаний он был в рядах защитников Пулково, затем восстанавливал родную обсерваторию, занимался точнейшими наблюдениями, составлял и издавал звездные каталоги, конструировал новые приборы и снова — наблюдения, наблюдения...

А вы представляете себе, насколько сложна и утомительна работа астронома-наблюдателя? Особенно зимой, когда холодный металл инструмента обжигает пальцы... И неудивительно: работать приходится без перчаток. Ибо любое неосторожное прикосновение к высокоточному инструменту может стать источником ошибок.

По этой же причине помещения, в которых ведутся наблюдения, не отапливаются. Напротив, в них специально поддерживается температура, близкая к температуре наружного воздуха. Перед наблюдениями производится проветривание — выравнивается температура внутри павильона с внешней средой. И все это делается с целью не допустить прохождения лучей света через слои воздуха разной температуры и плотности, что приводит к смещению изображений — к дополнительным ошибкам. Ведь координаты далеких светил должны определяться с точностью до одной десятой доли угловой секунды.

Чтобы представить себе эту исчезающе малую величину, скажу, что под таким углом должна казаться наблюдателю однокопеечная монета, удаленная от него на... 30 километров! Таковы были еще в недавнее время требования, предъявляемые к точности измерений положений звезд.

Но почему — были? Разве к настоящему моменту что-то изменилось, и теперь этой скрупулезной точности уже недостаточно?

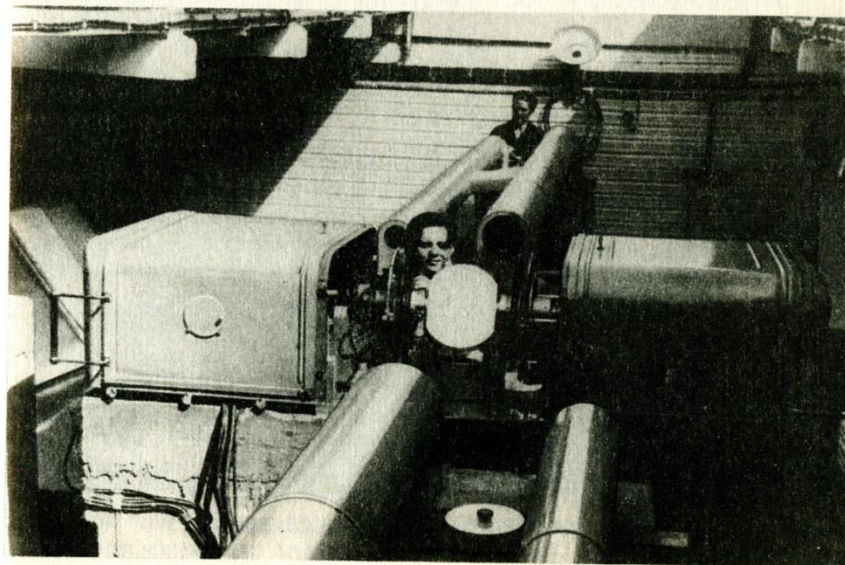
Увеличение точности наблюдений — вечная проблема астрометрии, а в наши годы она стала особенно острой. Ведь данные о

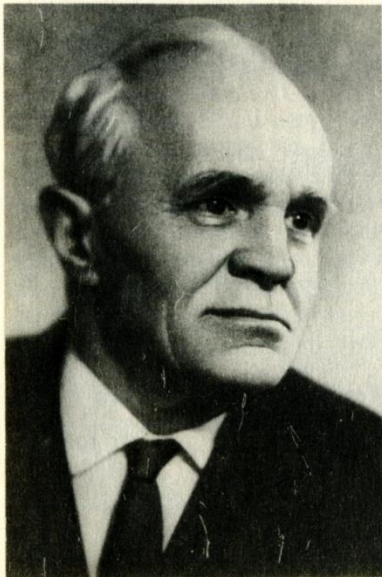
положениях звезд служат основой для изучения строения и развития нашей звездной системы — Галактики. А если не вдаваться в «высокие материи», то точнейшие звездные каталоги необходимы при решении ряда важнейших задач практической астрономии. Служба времени исследует, например, изменение скорости вращения Земли путем сравнения астрономического времени, полученного из наблюдений звезд, с временем атомных часов, которое течет равномерно и совершенно не зависит от «причуд» вращения нашей планеты. Но самые серьезные требования к точности звездных каталогов предъявляет сегодня космонавтика. Все сложнейшие расчеты космических траекторий базируются на данных каталогов. Только не всегда заключенной в них точности бывает достаточно для вычислений сложных межпланетных трасс.

Пусть читатель не подумает, что наблюдения пулковских астрономов грешат какими-то изъянами. Напротив, звездные каталоги, созданные в Пулково, до сих пор считаются весьма совершенными по их строгости и точности. Дело в другом: необходимость решения научно-технических проблем сегодняшнего дня настоятельно требует повышения точности данных в каталогах в 10—15 раз.

Погрешности звездных каталогов обусловлены влиянием ошибок меридианных инструментов. В отличие от обычных телескопов (рефракторов, рефлекторов и астрографов), с помощью которых можно наблюдать все небо и которые можно направлять

Горизонтальный меридианный круг Л. А. Сухарева.





Леонид Алексеевич Сухарев.

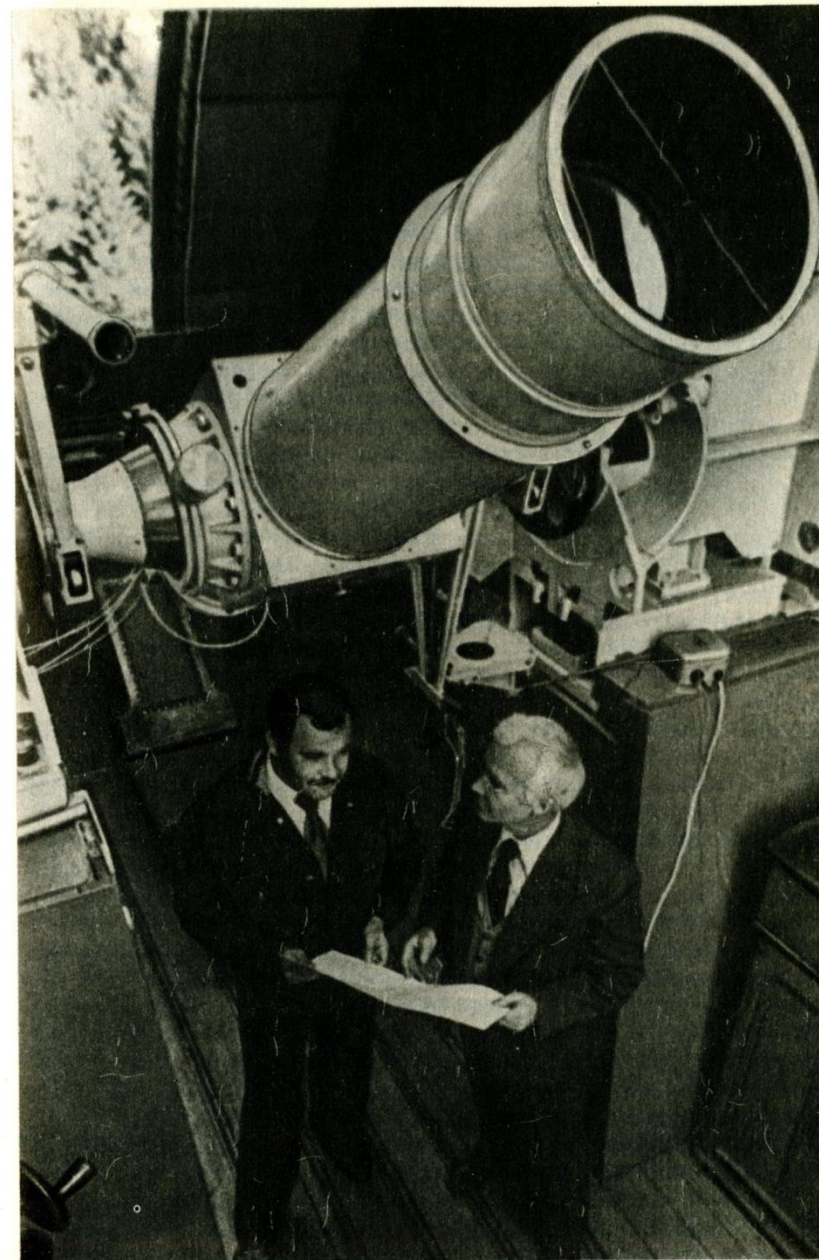
в любую сторону, меридианные инструменты имеют вращение только в плоскости меридиана. Такая установка позволяет наблюдать звезды в моменты их кульминаций, то есть прохождений через небесный меридиан.

Старейшие из меридианных инструментов Пулковской обсерватории — большой пассажный инструмент и вертикальный круг, установленные полтора столетия тому назад В. Я. Струве, — отлично послужили созданию знаменитых пулковских звездных каталогов. Но, как и все «классические инструменты», они подвер-

жены ощутимым гравитационным прогибам (гнутию) и тепловым деформациям (расширениям и сжатиям) вследствие неоднородного нагревания. Отсюда многие проблемы. Чтобы свести инструментальные ошибки к минимуму, в Пулкове были созданы меридианные инструменты нового типа. Это прежде всего горизонтальный меридианный круг для определений склонений звезд.

Долгое время конструкция астрометрических инструментов сохранялась неизменной. Однако использование последних технических новшеств позволило не только коренным образом усовершенствовать инструменты, но и создать совершенно особенный меридианный круг без традиционной вращающейся трубы. Вместо нее вращается легкое металлическое зеркало с идеально плоской поверхностью. Оно направляет свет от небесных светил в трубы, которые лежат неподвижно на прочном фундаменте. Отсюда и название инструмента — горизонтальный меридианный круг. Такая конструкция позволяет вести наблюдения с повышенной точностью. Создателем этого инструмента является пулковский астроном Леонид Алексеевич Сухарев (1905—1984).

Сегодня в обсерватории работают и другие новые инструменты, сконструированные пулковскими учеными и изготовленные при участии Ленинградского оптико-механического объединения имени В. И. Ленина. Они снабжены аппаратурой для фотоэлектрических отсчетов. Но и это не предел. Будущее несомненно за автоматикой и электроникой. Полнейшая автоматизация наблюдений — это не только облегчение утомительного труда астронома-наблюдателя, но и большой шаг к новым вершинам точности.



Фотоэлектрический меридианный круг МК-200.

Ох уж эта Земля!

Наблюдая небесные светила, астроном всегда должен помнить, что он находится не в какой-то неподвижной точке пространства, а на движущейся Земле. Наша планета стремительно вращается вокруг воображаемой оси, а еще стремительнее обращается около Солнца. Линейная скорость вращения на экваторе составляет 465 метров в секунду, а орбитальная — около 30 километров в секунду. Иными словами, земной шар летит по своей орбите в 36 раз быстрее пули и за один час покрывает расстояние в 107 тысяч километров! Не ощущаем же мы таких головокружительных скоростей только потому, что упомянутые движения происходят практически равномерно.

Помимо этих двух хорошо знакомых вам движений Земля совершает еще и другие. Прежде всего направление ее оси не остается неизменным. Подобно оси вращающегося волчка, земная ось описывает в пространстве конус, и вызывается это движение теми же силами, что и морские приливы — притяжением Луны и Солнца. Только в данном случае они воздействуют не на воды океанов, а на массы Земли, образующие ее экваториальное вздутие. (Земля сжалась у полюсов вследствие быстрого вращения еще в пору своей молодости, и поэтому ее полярный радиус оказался короче экваториального на 21 километр.)

Изменение направления земной оси в пространстве приводит к тому, что полюсы мира «вычерчивают» на небесной сфере круги с радиусом около 23 с половиной градусов (на такой угол ось вращения Земли отклонена от перпендикуляра к плоскости ее орбиты).

В настоящее время Северный полюс мира находится вблизи Полярной звезды. В 1978 году его угловое расстояние от путеводной звезды составляло 50 угловых минут. В 2103 году небесный полюс приблизится к Полярной на минимальное расстояние, равное 27 угловым минутам, а затем, двигаясь в направлении созвездия Цефея, станет от нее медленно удаляться.

В течение длительного времени Северный полюс мира не будет «отмечен» ни одной яркой звездой, и только около 7500 года пройдет на расстоянии двух градусов от α Цефея — звезды второй величины, по силе блеска соперничающей с Полярной. Примерно в 13 600 году в роли путеводного светила будет выступать ярчайшая звезда северного неба — Вега. Наконец, наступит час, когда вследствие дальнейшего перемещения полюса мира с небес северных широт исчезнет царственный Сириус, но зато станет наблюдаться созвездие Южного Креста.

Расчеты и наблюдения показали, что полюсы мира совершают полный оборот на небесной сфере за 26 тысяч лет (точнее — за 25 770 лет). У читателей может возникнуть вопрос: повторится ли через 26 тысяч лет та картина звездного неба, которую наблюдают нынешние поколения людей?

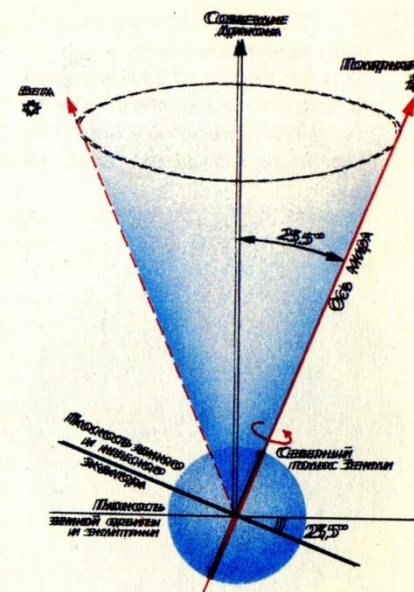
На этот вопрос следует ответить отрицательно. Все обстояло бы гораздо проще, если бы изменение вида звездного неба вызывалось только перемещением небесных полюсов. Тогда по истечении 26 тысяч лет звезды и созвездия действительно сияли бы человечеству в своей прежней красоте. Но не забывайте, что далекие светила обладают собственными движениями, и поэтому конфигурации большинства созвездий изменятся.

Помните историю с наскальным рисунком созвездия Большой Медведицы, обнаруженным на стене одной из древних пещер? Да, тем самым рисунком, который был выполнен первобытным художником 50 тысяч лет тому назад...

Итак, земная ось медленно описывает в пространстве конус, что вызывает перемещение среди звезд полюсов мира, небесного экватора, а также точки весеннего равноденствия. Последняя движется навстречу Солнцу. Поэтому дневное светило ежегодно проходит через точку весеннего равноденствия на 20 минут и 24 секунды раньше, прежде чем успевает обойти всю эклиптику*. Отсюда это явление получило название прецессии, что в переводе с латинского означает «хождение вперед», или предварение равноденствия.

Прецессия усложняется так называемой нутацией — легким покачиванием земной оси из-за неодинакового воздействия Луны на различные точки земного эллипсоида. В результате сложения этих движений перемещение небесных полюсов происходит не просто по кругу, а по слегка волнистой кривой. К тому же по прошествии полного прецессионного цикла эта кривая не замыкается. На то есть своя причина: движение Солнца вокруг центра Галактики. В этом движении участвует и наша Земля.

В общей сложности ученым удалось установить у Земли тринадцать движений, и это только главнейших! Кроме того, наша планета совершает много других почти незаметных движений.

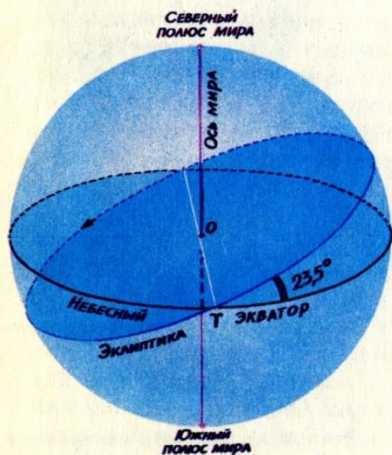


Земная ось медленно описывает в пространстве конус.

* Эклиптика — большой круг на небесной сфере в поясе Зодиака, по которому в течение года совершает свой путь Солнце. Поскольку годичное движение Солнца является отражением орбитального движения Земли, эклиптика расположена точно в плоскости земной орбиты и наклонена к небесному экватору под углом 23 с половиной градуса.

Все эти движения «управляются» силой тяготения, то есть притяжением Земли другими небесными телами. И трудно себе представить, что огромный земной шар для гравитационных сил космоса — не более чем легкий шарик...

Итак, картина весьма неутешительная: все исходные точки и линии, служащие для определения координат небесных светил,



Небесный экватор и эклиптика: γ — точка весеннего равноденствия — точка пересечения эклиптики с небесным экватором, через которую Солнце проходит в день весеннего равноденствия (21 марта), двигаясь из южной половины небесной сферы в северную.

Определение астрономических постоянных составляет одну из важнейших задач астрометрии. Исследования эти были начаты в Пулковке еще Василием Яковлевичем Струве, а в послевоенные годы их возобновил Александр Александрович Михайлов. Они связаны с определением точного положения Северного полюса мира среди звезд.

Как же отыскать столь важную точку — «вершину всех вершин», если она ничем не отмечена на небе?

Найти положение полюса мира можно с помощью фотографии. Представим себе фотографическую камеру, которая направлена неподвижно на ту область неба, где видна Полярная звезда. Если открыть затвор и производить фотографирование в течение всего темного времени суток, то каждая звезда за время экспозиции опишет на негативе дугу окружности определенного радиуса. Все такие дуги будут иметь один общий центр. Этот центр и будет полюсом мира, то есть той точкой, куда направлена земная ось.

постоянно «путешествуют» по поверхности воображаемой небесной сферы. Как же достичь высокой точности измерений, если полюсы мира ежегодно смещаются на 20 угловых секунд, то есть на одну десятую долю угловой секунды к концу каждой вторых суток наблюдений? А точка весеннего равноденствия? За год она передвигается по эклиптике на 50 угловых секунд! И эта точка принята за начало отсчета — за нуль-пункт...

Выходит, чтобы успешно измерять координаты звезд и других небесных тел, необходимо прежде всего построить на небе геометрически правильную систему координат. Получить такую систему означало бы полностью исключить все движения Земли. Скажу лишь только, что задача эта решается путем определения астрономических постоянных — своего рода поправок, исключающих влияние прецессии, нутации и других движений Земли.

А. А. Михайлов предложил находить Северный полюс мира и, следовательно, определять астрономические постоянные с помощью им же сконструированной и построенной в пулковских мастерских полярной трубы. Знание «постоянных» позволяет пулковским астрономам решать астрометрические задачи в пределах Солнечной системы и в ближайших частях Галактики, но не более.

Дело в том, что система астрономических координат должна быть не только геометрически правильной, а, как говорят астрометристы, инерциальной. Последнее означает, что такая система должна находиться в покое или обладать только равномерным прямолинейным движением и ни в коем случае не иметь вращательного движения.

Создать же строго инерциальную систему, которая бы опиралась на космические объекты нашей Галактики (пусть даже очень далекие!), невозможно, поскольку все они с громадной скоростью вращаются вокруг галактического ядра. И чем ближе к центру Галактики, тем вращение происходит быстрее. В окрестностях Солнца скорость вращения достигает 250 километров в секунду!

Как быть? Где искать надежную опору для инерциальной системы координат? И вообще, имеется ли такая опора на небе?

Для создания «неподвижной системы» координат астрометристы решили воспользоваться самыми далекими объектами Вселенной...

Еще в 1806 году французский астроном и математик Пьер Лаплас (1749—1827) обратил внимание на то, что наблюдаемые в телескопы загадочные туманности не обнаруживают абсолютно никаких движений. Столетие спустя было доказано, что преобладающее большинство туманных объектов представляют собой самостоятельные звездные системы, удаленные на колоссальнейшие расстояния не только от Солнечной системы, но и от всей Галактики. И мало того, что они находятся далеко за пределами нашего «звездного острова», они не участвуют в его вращении. А самые далекие внегалактические туманности на фотографиях получаются в виде точек и поэтому вполне могут служить небесными «реперами» (опорными пунктами) для «привязки» слабых звезд и создания почти идеальной системы астрономических координат.

Казалось бы, астрономы приняли во внимание все «проделки» Земли, которые необходимо учитывать при определении точных положений звезд. Однако есть еще одна, причем очень серьезная, создаваемая воздушной оболочкой нашей планеты, — это атмосферная рефракция, то есть преломление лучей света в земной атмосфере. Вследствие рефракции светило как бы приподнимается над горизонтом и кажется выше своего действительного положения.

При меридианных наблюдениях измеряется зенитное расстояние светила, и чтобы знать его истинную величину, в измеренное

80 расстояние необходимо ввести поправку за рефракцию. Если светило находится в зените — рефракция равна нулю, а на горизонте она достигает наибольшего значения — 35 угловых минут. Бывает и так: звезда еще не взошла, а ее уже можно наблюдать, или — скрылась за горизонтом, а все еще кажется, что светило не заходило. Все это «фокусы» рефракции.

К сожалению, в зависимости от местных природных и климатических условий действие рефракции подвержено значительным изменениям. Поэтому точный учет рефракции — задача исключительно сложная. Наиболее совершенными считаются пулковские таблицы рефракции (новое издание вышло в 1985 году). Ими пользуются, пожалуй, во всех астрономических обсерваториях мира.

Ох уж эта Земля! Массу трудностей обрушила она на астрономов. Но и те — не простаки. Распутали ее «козни».

В самой далекой стране

Во все времена самой величественной картиной природы считалась картина звездного неба. Знаменитый мудрец древности Сенека (I век. н. э.) говорил, что если бы звезды были видны только в каком-нибудь одном месте Земли, то туда постоянно стекались бы толпы паломников, чтобы насладиться этим бесподобным зрелищем.

...Вселенная по-гречески называется «космос», что означает — порядок и красота. Философы Древней Греции рассматривали Вселенную как гармоничную систему, в которой все движения строго упорядочены и подчинены извечным законам природы. Порядок и красота были в их понимании неразрывно связаны. Поэтому в космосе помимо порядка царствует еще и красота: небесные светила, словно драгоценные камни, сияют в хрустальных сферах, а те при своем вращении издают мелодичные звуки...

Античное учение о строении Вселенной как целого — два тысячелетия держалось в науке. Даже создатель новой системы мира Николай Коперник считал, что орбиты планет должны быть круговыми лишь потому, что круг... красивее эллипса. Но несмотря на многие заблуждения, на наивность представлений древних о мире, мы отдаем должное их глубокому знанию звездного неба и искусству наблюдать.

Как ни странно, но в наш век, век космических полетов и бурного развития науки, многие со «знанием дела» дискутируют о «пришельцах» из космоса, о так называемых НЛО, а на небе не могут показать «Медведицу», не знают, как отыскать среди звезд Полярную. А как порой необходимо знание «небесной азбуки». Ведь каждый человек, особенно будущий молодой воин, должен уметь ориентироваться по Солнцу и Полярной звезде, приближенно определять время по расположению созвездий.

Начать изучение звездного неба никогда не поздно. Это доступно всем. Только не ленись «читать» и запоминать звездные «письмена».

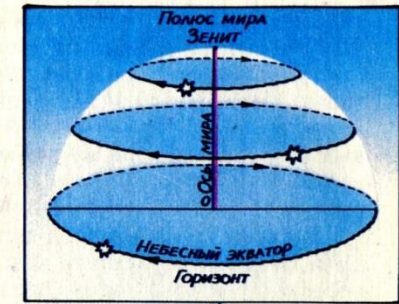
К счастью, звезды видны не из единственного места, а из любой точки земного шара, поэтому нет необходимости отправляться «за звездами» на край света. Но случается, что астрономы едут наблюдать звезды и за тридевять земель...

Представьте себе, что звездной полярной ночью мы высадились на Северном полюсе Земли. Какая картина откроется нашему взору?

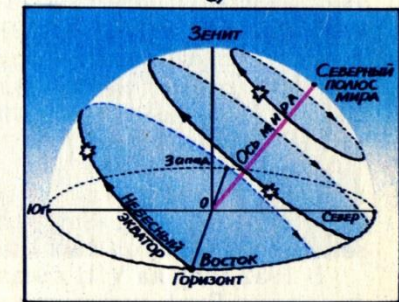
Для человека, находящегося на «вершине» земного шара, полюс мира будет в зените, то есть прямо над головой, а вдоль горизонта — небесный экватор. Значит, со льдов Северного полюса можно наблюдать исключительно северное звездное небо (по аналогии — с Южного полюса только южное). И так всегда.

Но если мы полетим теперь к экватору, картина звездного неба начнет изменяться — в южной стороне станут появляться южные созвездия. По мере дальнейшего продвижения к югу ось мира будет принимать все более наклонное положение, а Полярная звезда будет продолжать опускаться к горизонту. Наконец, когда мы достигнем экватора, ось мира расположится точно в плоскости горизонта (по направлению север — юг), а круг небесного экватора, пройдя через зенит, рассечет небо на две равные доли — северную и южную. К северу от точки зенита мы увидим северное звездное небо, к югу — южное. Только здесь, на экваторе (и нигде более!) за год можно совершить полный обзор звездного неба — всех созвездий. Но для наблюдения самых южных — околполюсных звезд надо пересечь экватор и углубиться в высокие южные широты. Там они сияют высоко над горизонтом, а потому и наблюдать удобнее.

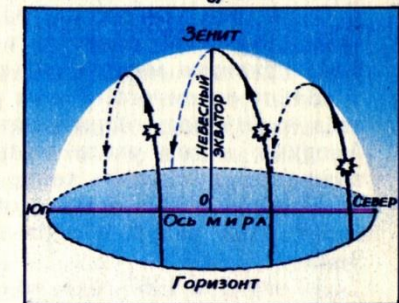
Необходимость в проведении массовых наблюдений южных звезд возникла сравнительно недавно. Началось с того, что в



а)



б)



в)

Кажущееся движение звезд относительно горизонта: а — на Северном полюсе; б — в средних широтах; в — на экваторе.

Схема триангуляции.

1932 году пулковские астрономы Борис Петрович Герасимович (1889—1937) и Николай Иванович Днепровский (1887—1944) * выступили с грандиозным планом составления «Каталога слабых звезд» (КСЗ). Такой каталог должен был содержать точные положения звезд от 7-й до 9-й величины, равномерно расположенных по всему северному и южному небу. Им предназначалось выполнять роль своеобразных небесных меток для координатной привязки любых космических объектов.

В связи с этим перед астрометристами была поставлена задача создать каталог, в котором на каждый квадратный градус небесной сферы приходилась бы одна опорная звезда. А так как поверхность небесной сферы равна $4\pi R^2 \approx 4\pi(57^\circ, 2958')^2 \approx 41\,253$ квадратным градусам, требовалось определить точные координаты не менее чем 41 тысячи звезд.

Наблюдения слабых звезд выгодны тем, что они видны в телескоп или получаются на фотографической пластинке в виде точек. На такие точки можно точнее наводить нить микрометра, их положение точнее измеряется на пластинке. Более того, они, как правило, далеки от нас и вследствие этого обладают очень малыми собственными движениями, что придает им как опорным звездам больше доверия.

В 1952 году на VIII съезде Международного астрономического союза в Риме пулковские астрономы внесли предложение о сотрудничестве астрономов разных стран в наблюдениях слабых звезд. Оно было принято участниками съезда. Программа КСЗ была признана международной.

Ввиду огромного объема работ в наблюдениях звезд северного неба включилось одиннадцать обсерваторий Европы и Северной Америки, в том числе Пулковская и Николаевская. Особенно важно было наладить такие же наблюдения южного неба.

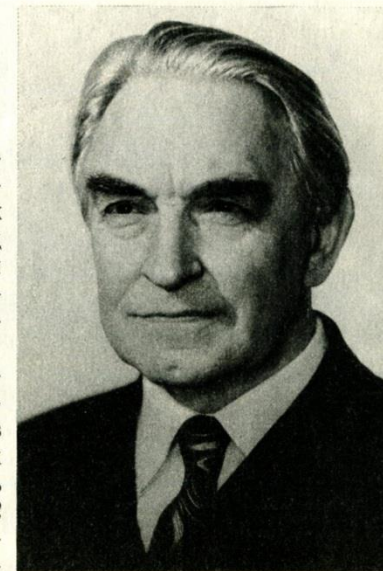
Проблема КСЗ стала особенно острой, когда на околоземную орбиту был запущен первый советский искусственный спутник Земли.

10 октября 1957 года, то есть через шесть дней после запуска, пулковский астроном Тамара Петровна Киселева с помощью астрографа впервые сфотографировала рукотворную «звезду» (точнее, тогда был сфотографирован не сам спутник, а последняя ступень ракеты-носителя, которая, достигнув первой космической скорости, тоже стала обращаться вокруг Земли — превратилась во вполне самостоятельного спутника нашей планеты).

Но любой искусственный спутник Земли (им может быть пилотируемый космический корабль) движется так, что плоскость его орбиты проходит через центр земного шара. Следовательно, ровно половина «звездного пути» космического аппарата пролегал среди светил южного неба. Чтобы определять параметры ор-

*Б. П. Герасимович и Н. И. Днепровский стали жертвами репрессий в 1930-х годах, посмертно реабилитированы в 1957 году.

Митрофан Степанович Зверев.



биты и следить за их изменениями, требуется постоянная «привязка» космического аппарата к звездам. Таких опорных звезд не хватало тогда даже в нашем «хорошо изученном» северном небе, а в южном они и вовсе отсутствовали.

Развитие космонавтики потребовало от астрометристов ускорить организацию наблюдений в Южном полушарии Земли южных опорных звезд. Пулковцы и здесь были первыми. 12 октября 1962 года в самую далекую южноамериканскую страну — Чили прибыла экспедиция Пулковской обсерватории. Руководил ею член-корреспондент Академии наук СССР Митрофан Степанович Зверев.

Пройдя экватор, советские астрономы попали в диковинный мир с неповторимыми небесными красками. Здесь все было необычно: и то, что в октябре середина весны, и то, что на ночном небе сияла не Вега, а Канопус (яркая звезда в созвездии Киля, уступающая в блеске только Сириусу), и то, что в полдень Солнце «проплывало» над головой, но стояло только светило «погрузиться» в океанскую пучину, как быстро наступала непроглядная тропическая ночь.

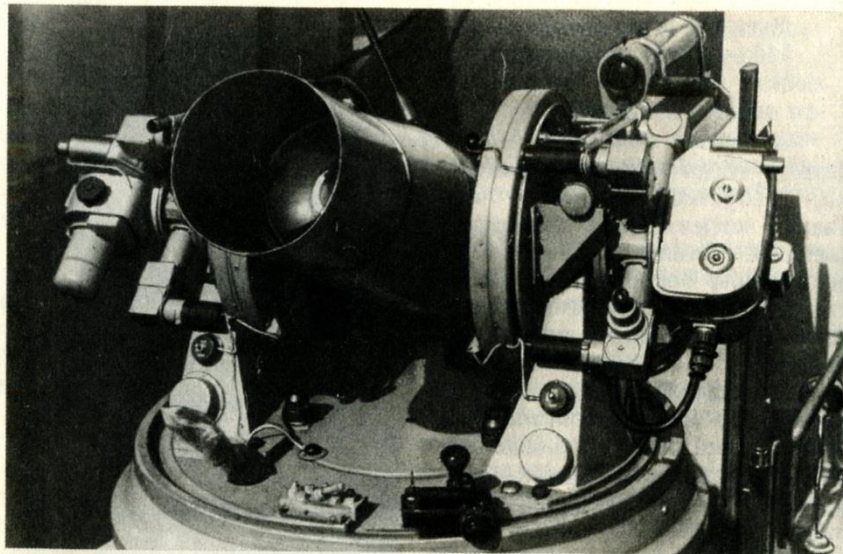
А что творилось на небе? Уму непостижимо! Наше Солнце, наше дневное светило облюбовало северную сторону неба и двигалось исключительно там, но не так, как у нас, а наоборот — справа налево.

Необычно было и «поведение» Луны. Она тоже двигалась справа налево и около полуночи светила с севера.

Приглядевшись к небу, можно было заметить, что суточное вращение небесной сферы совершается в том же направлении...

К услугам пулковцев была предоставлена обсерватория Серро-Калан Чилийского университета, расположенная на горном плато в двенадцати километрах от центра Сантьяго — столицы Чили. По несколько месяцев подряд стоит там чудесная погода с чистой, спокойной и прозрачной атмосферой. Условия для астрономических наблюдений — сущий рай!

Для чилийской экспедиции в оптико-механических мастерских Пулковской обсерватории при участии фирмы ЛОМО были изго-



Фотографический вертикальный круг М. С. Зверева.

товлены большой пассажный инструмент и фотографический вертикальный круг, предложенный Зверевым. Эти новые высокоточные отечественные инструменты впервые были опробованы в Чили и показали превосходные результаты.

Однажды в Чили побывали известные советские литераторы Маргарита Алигер, Сергей Смирнов и Михаил Дудин. В один из звездных вечеров они стали гостями пулковских астрономов в обсерватории Серро-Калан.

«Я думал,— делился своими впечатлениями писатель Сергей Смирнов,— что темная тишина ночных обсерваторий, космический покой черного неба с сонно мерцающими звездами должны вырабатывать в астрономах характер глубоко философский, несколько меланхолический, что они, по большей части, люди немногословные, молчаливые и величественно-спокойные. Большой, высокий, с густой седеющей шевелюрой Зверев, наоборот, производил впечатление человека радостно-шумного, он словно непрерывно излучал мощные потоки веселой энергии, и глаза его светились жадным интересом ко всему, что его окружало.

...Зверев с одинаковым энтузиазмом показывал нам через телескоп двойную звезду Альфа в созвездии Центавра, заставлял любоваться красивой панорамой светящегося города, раскинувшегося внизу, и демонстрировал какие-то удивительных форм водоросли, собранные им на океанском берегу».

Ленинградский поэт Михаил Дудин посвятил встрече в обсерватории Серро-Калан свое стихотворение «На краю света»:

Далековато
До пулковских звезд.
Срезает экватор
Медведицы хвост,
Над кроною лавра
Квохтанье дрозда.
И альфа Центавра —
Двойная звезда.
Луч света, как шпага,
Сквозь линзу — в глаз.
А снизу Сантьяго
В огнях напоказ.
И сумрак — золою.
И в сумраке гром.
Меж звезд и землею
Живет астроном.
Еще не открыты
Моря и миры,
Пути и орбиты
Вселенской игры.
Разумная мера,
Безмерная даль.
Небесная сфера
И черный рояль...

Я не стану цитировать стихотворение полностью. Вы найдете его в сборнике стихов Михаила Дудина. Но почему поэт заводит вдруг речь о каком-то черном рояле?

Оказывается, Зверев не только ученый-астроном, но и замечательный пианист. Наши литераторы были удивлены, когда он сел за фортепиано и проникновенно стал исполнять этюды Скрябина...

В детстве Митрофан Степанович учился в музыкальной школе своего родного Воронежа. Способного, подающего надежды музыканта направили в Московскую консерваторию. Юноша успешно ее окончил. Но любовь к звездам оказалась сильнее любви к музыке, и он стал астрономом...

В Чили из Пулкова был доставлен двухмисковый астрограф МаксUTOва. Монтажники ЛОМО установили его на горе Эль-Робле на высоте 2200 метров над уровнем Тихого океана (в 90 километрах от Сантьяго). С помощью этого инструмента советские и чилийские астрономы фотографировали далекие галактики южного неба.

По пулковскому плану на всем звездном небе было намечено для фотографирования 300 площадок с галактиками с целью «привязки» к ним опорных звезд и определения собственных движений светил. Разумеется, при создании координатной системы условно считается, что галактики неподвижны. Но абсолютно неподвижными их считать нельзя.

Согласно принятой в настоящее время теории расширяющейся Вселенной галактики удаляются от нас со скоростями, пропорциональными их расстояниям от нашей звездной системы. Если допустить, что собственные движения галактик такого же поряд-

ка, что и скорости удаления, то они должны составлять 75—100 километров в секунду на 1 миллион парсеков*, или на 3,26 миллиона световых лет. Тогда получается, что смещения галактик на небесной сфере станут заметными лишь по прошествии миллионов лет. Таким образом, далекие галактики можно вполне принимать за основу «неподвижной» системы координат.

Первые фотографии площадок звездного неба с внегалактическими туманностями (галактиками) и слабыми звездами получили в Пулковской обсерватории в 50-х годах текущего столетия. Сравнивая последние снимки со снимками «первых эпох», пулковские астрономы определяют собственные движения звезд относительно «неподвижных» галактик.

Исключительно интересны фотографии достопримечательностей южного неба, сделанные участниками чилийской экспедиции. На них запечатлены спутники нашей Галактики — Магеллановы Облака, южные участки Млечного Пути, звездные скопления, газовые и пылевые туманности, спиральные галактики, квазары и другие объекты Вселенной.

Особенно привлекательной оказалась область Млечного Пути вблизи переменной звезды η (эты) Киля. Здесь облака ярко светящегося газа чередуются с совершенно темными «провалами» — пылевыми туманностями. Повсюду вырисовываются звездные скопления и бесчисленные, едва заметные, слабые звезды. И на фоне этой фантастической картины сияют «алмазы» ярких звезд. Недаром эту область неба астрономы называли «шкатулкой с драгоценностями». Вполне возможно, что для исследователей Вселенной здесь действительно скрыты неисчислимы научные сокровища.

Превосходные оптические качества советского астрографа были высоко оценены чилийскими астрономами. На постаменте инструмента они написали: «Самый лучший на земном шаре и в его окрестностях».

В сентябре 1973 года работа пулковской экспедиции в Чили была прервана фашистским переворотом. Советским астрометристам пришлось покинуть далекую южноамериканскую страну. С болью в сердце расставались они со своими чилийскими коллегами. За одиннадцать лет они настолько сдружились, что стали одной семьей: вместе наблюдали звезды и совершали поездки на тихоокеанское побережье, в Вальпараисо, вместе фотографировали южное небо и любовались заснеженными вулканами в Кордильерах, где в темно-голубое небо вонзается высочайший пик Западного полушария — Аконкагуа. Пулковские и чилийские астрономы обсуждали научные проблемы, восхищались подвигом Колумба

* Парсек — единица расстояния, принятая в астрономии. Один парсек — это расстояние, с которого средний радиус земной орбиты, равный 149 600 000 километрам, усматривается под углом в одну секунду дуги. 1 парсек равен 206 265 астрономическим единицам, или 3,263 светового года.

Вселенной Юрия Гагарина, наблюдали, как «Восток-6» — космический корабль Валентины Терешковой бороздил южное звездное небо...

Наблюдения слабых звезд вылились в обширную международную программу. В 70-х годах в ней участвовало 26 обсерваторий Северного и Южного полушарий Земли. Всего было сделано более миллиона наблюдений. Каждое пятое из них выполнено двумя нашими обсерваториями — Пулковской и Николаевской. Впервые в истории науки советские ученые оказались обладателями ценнейшего астрометрического материала, охватывающего всю небесную сферу от Северного полюса мира до Южного.

Но наблюдения — это еще «сырой материал». Их надо обработать — получить из обсерваторных записей и фотографий точнейшие координаты светил и другие их характеристики в виде нескончаемых колонок чисел звездного каталога, не допустив при этом ни одной ошибки. И на заключительном этапе работы идет борьба за точность, борьба за каждую сотую, за каждую тысячную долю секунды.

А что такое обработка миллиона наблюдений? Кто может сказать, сколько понадобится для этого дней, месяцев, лет? Сколько потребуется кропотливого труда вычислителей? Ведь чтобы сделать всего единственную цифровую запись в каталоге, определить только одну координату звезды, например ее склонение, данные меридианных измерений необходимо «исправить» десятками всевозможных «микроскопических» поправок. На это уйдет немало времени. Для обработки же миллиона наблюдений целой группе высококвалифицированных вычислителей потребуется работать не покладая рук всю жизнь! Да и от случайных ошибок мы не будем гарантированы. Каждому человеку свойственно ошибаться. С этим ничего не поделаешь... Единственный выход — полная автоматизация обработки наблюдений.

Для быстрой и безошибочной обработки наблюдений в Пулковской обсерватории используются быстродействующие электронно-вычислительные машины (ЭВМ).

Обработка этих же наблюдений звезд по решению Международного астрономического союза была произведена параллельно в Соединенных Штатах Америки, в Вашингтонской обсерватории. Затем сводка результатов — и многолетняя международная работа завершилась созданием каталога точных положений 41,5 тысячи слабых звезд, то есть как и предусматривалось — по одному светилу на каждый квадратный градус небесной сферы.

И все же, несмотря на введение в результаты измерений всевозможных поправок, звездные каталоги быстро «стареют», то есть теряют свою точность (главным образом из-за невозможности полного учета влияния собственных движений звезд). Вот почему, закончив составление одного каталога, астрометристы почти тотчас же принимаются за новый. Практически работа не прекращается никогда.

Открытие невидимых миров

Как показали результаты многолетних исследований, ведущихся в Пулковской обсерватории, звезда 61-я из созвездия Лебедя окружена планетами.

Как и кому удалось сделать это интереснейшее открытие? С чего началось проникновение в тайны далеких планетных миров? Вначале немного истории.

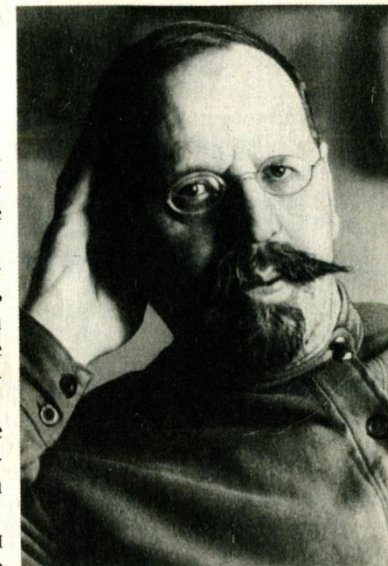
В 1893 году молодой пулковский астроном Сергей Константинович Костинский стал фотографировать звездное небо с помощью телескопа-астрографа. Снимок за снимком, и постепенно накопились стопы «звездных» негативов. Они-то и послужили отправной точкой — началом нового направления научных исследований в Пулкове, получившего название фотографической астрометрии.

Новый метод позволял определять координаты небесных светил путем измерений их положений на фотографической пластинке относительно ближайших опорных звезд. Обычно такие измерения производятся в лаборатории, а не у телескопа под открытым небом. Это много проще и удобнее, чем наблюдать каждую звезду в отдельности, да и результаты получаются точнее. Раньше на наблюдения и их обработку уходила уйма времени, а теперь измерения фотографических изображений звезд машины-автоматы выполняют за считанные минуты.

Вы знаете, что световая энергия, идущая от небесного светила, как бы накапливается в светочувствительном слое фотопластины и усиливает свое воздействие на эмульсию. Именно благодаря этому удается получать изображения более слабых и более далеких звезд, которые в этот же телескоп непосредственно не видны. Но и это не все. Были изобретены фотопластинки, чувствительные к лучам, не воспринимаемые человеческим глазом, как, например, к ультрафиолетовым и инфракрасным. Это еще больше расширило применение фотографии в астрономии.

Негативы, на которых запечатлено звездное небо, — это бесценные документы, живые свидетели прошлого. Они бережно хранятся в астрономических обсерваториях, и по мере необходимости астрономы используют их в своих исследованиях. Так, сравнивая фотонегативы одной и той же области звездного неба, сделанные через несколько десятков лет, можно судить о происшедших за эти годы изменениях, вызванных собственным движением звезд, изменением их блеска и другими причинами... И чем дальше уходят в прошлое фотографические наблюдения звездного неба, выполненные в Пулкове С. К. Костинским, тем большую научную ценность приобретает его «стеклянная библиотека» — собрание богатейшего архива негативов, на которых запечатлены отдельные звезды и звездные скопления, галактики и газопылевые туманности, планеты и их спутники.

Сергей Константинович Костинский.



Еще в 1895 году внимание ученого привлекла звезда 61-я Лебедя. Тогда он и сделал ее первые снимки.

Главное светило Лебедя — звезда Денеб. Это большая, очень горячая и далекая звезда. Она превосходит наше Солнце по массе в 15 раз, а по объему — в 150 тысяч раз!

А 61-я Лебедя? Увидеть ее не так-то просто: даже в ясные, безлунные ночи она едва заметна простым глазом.

Телескопические наблюдения показали, что 61-я Лебедя по сравнению с другими звездами, обладает большим собственным движением. Ежегодно она смещается на небесной сфере на 5,2 угловой секунды, что является признаком ее близости к Солнечной системе. И действительно, звезда оказалась нашей «соседкой». Расстояние до нее всего лишь 11 световых лет. В телескоп видно также, что 61-я Лебедя — двойная звезда. Она состоит из двух звезд-компонентов, обращающихся по вытянутым орбитам вокруг общего центра масс системы с периодом 700 лет. Среднее расстояние между ними в 82 раза превышает среднее расстояние от Земли до Солнца, что в два раза больше радиуса нашей планетной системы.

В 1893 году немецкий астроном И. Вильзинг высказал гипотезу о наличии у 61-й невидимого спутника. Таким спутником могла быть гигантская планета типа Юпитера.

Спрашивается: на основании чего можно утверждать, что эта звезда имеет спутника, хотя он и не виден?

Представьте, что у звезды имеется невидимая массивная планета. Так вот, она способна вызывать заметные периодические смещения самой звезды. Своим притяжением она заставляет звезду описывать орбиту вокруг центра масс системы. А земному наблюдателю будет казаться, что звезда движется по небесной сфере не по прямой линии, как движутся одинокие звезды и звезды, не имеющие массивных спутников, а по волнистому пути. Измеряя величину этой «волнистости», можно рассчитать размеры орбиты невидимой планеты и определить ее массу. Если же вокруг звезды обращается несколько невидимых спутников, то ее движение изобразится более сложной кривой.

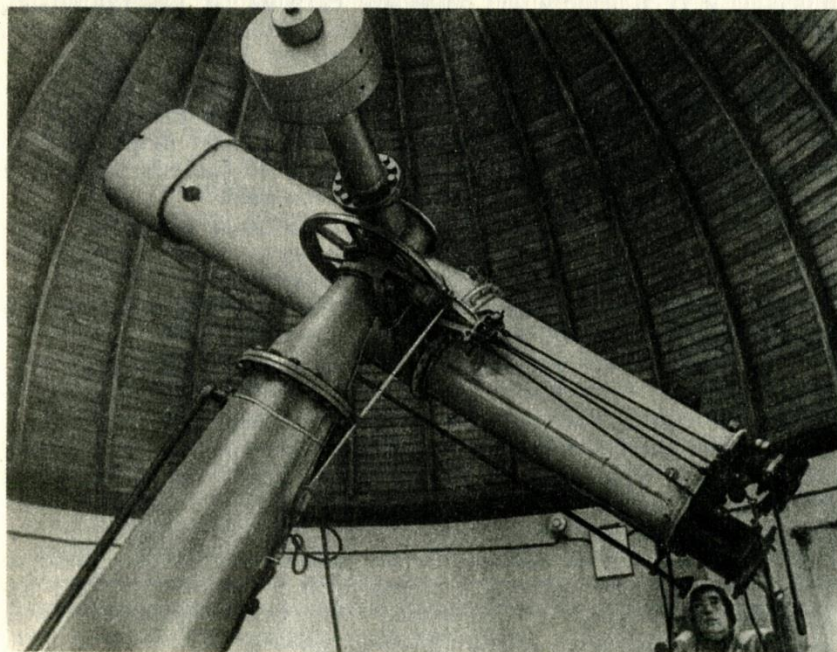
Итак, решить загадку 61-й Лебеда можно было только лишь путем анализа результатов длительных фотографических наблюдений этой звезды, к тому же высокоточных. И астрономы принялись за наблюдения.

В Пулковской обсерватории был накоплен большой наблюдательный материал звезды 61-й Лебеда. Довоенный период наблюдений охватывает почти 45 лет, и более 30 лет наблюдения ведутся после Великой Отечественной войны вплоть до настоящего времени. Многие годы работа эта протекала под руководством и при участии профессора Александра Николаевича Дейча (1899—1986).

Раньше фотографирование 61-й Лебеда производилось с помощью того же астрографа, которым в свое время пользовался С. К. Костинский. Когда же в 1957 году в обсерватории был установлен 65-сантиметровый рефрактор, то в программу наблюдений на этом инструменте была включена и звезда 61-я Лебеда.

Фокусное расстояние объектива нового рефрактора — 10,5 метра. Это в три раза больше, чем у астрографа. В результате масштаб изображения получается в три раза крупнее. Увеличение же масштаба фотоснимка позволило значительно повысить точность наблюдений.

Пулковский астрограф.



Александр Николаевич Дейч наблюдает звезду 61-ю Лебеда.



Дело в том, что отклонения в движении видимой звезды, вызванные притяжением невидимого спутника, обычно измеряются на фотографической пластинке микронами и долями микрона. Поэтому для получения надежных данных о наличии у звезды невидимых спутников требуются тысячи качественных снимков.

Обработка первой серии снимков 61-й Лебеда, сделанных в Пулковке в послевоенные годы, показала, что колебания расстояния между ее видимыми компонентами уменьшились более чем вдвое. Сопоставление этих измерений с довоенными результатами позволило предположить, что у 61-й Лебеда может быть не менее двух невидимых спутников.

В 1977 году профессор А. Н. Дейч и кандидат физико-математических наук Ольга Николаевна Орлова обработали новые ряды наблюдений этой интереснейшей звезды. С помощью специального полуавтоматического прибора исследователи на четырехстах негативах произвели более восьми тысяч измерений расстояния между компонентами 61-й Лебеда. Помимо пулковских наблюдений были использованы также данные Вашингтонской обсерватории США.

Результаты не замедлили сказаться: гипотеза о невидимых планетоподобных спутниках двойной звезды полностью подтвердилась. У нее обнаружено два невидимых спутника с периодами обращения 6 и 12 лет. Ближайший спутник движется на среднем расстоянии около 500 миллионов километров. Его масса в четыре раза больше массы Юпитера. Размеры второго спутника определены пока менее уверенно, но наблюдения продолжают вести научным сотрудником Пулковской обсерватории Алексеем Алексеевичем Киселевым.

Итак, звезду 61-ю Лебеда можно считать, по крайней мере, тройной системой, и притом вполне устойчивой. Почему?

Невидимые спутники обращаются вокруг более яркого компонента. Их расстояния от своей главной звезды во много раз меньше расстояния между двумя звездами. Вот это-то обстоятельство и обеспечивает устойчивость данной системе — сколь угодно длительное существование планет-спутников.

Но почему спутники 61-й Лебеда представляются астрономам планетными мирами? Что может служить неопровержимым доказательством их планетной природы, ведь они же невидимые? Не окажется ли со временем так, как это было с Сириусом*, что спутники 61-й Лебеда вовсе не планеты, а просто невидимые звезды-карлики?

Звезды от планет отличаются массой, или количеством вещества. Если масса рождающегося небесного тела относительно небольшая, то из нее образуется планета, а если масса велика — быть звезде! Ведь только в недрах небесных тел с большой массой возможно возникновение и протекание термоядерных реакций. В ходе таких реакций высвобождается громадное количество энергии, и гигантский сгусток вещества превращается в самосветящийся огненный шар — в лучезарную звезду-солнце.

Непременное условие «термояда» — чудовищная температура, не менее 10 миллионов градусов. Во Вселенной такие подходящие условия для ядерного синтеза создаются лишь в недрах самых массивных космических тел, где господствуют давления, измеряемые миллиардами атмосфер. Расчеты показали, если масса обособленного сгустка превышает одну пятнадцатую — одну двадцатую массы Солнца, то он непременно станет звездой, то есть в его недрах начнется термоядерный процесс. Сгустки с меньшей массой будут планетами.

Самый же массивный спутник 61-й Лебеда имеет массу не более одной сотой доли солнечной. Поэтому с полным основанием можно признать планетную природу спутников. Не исключено, что вместе с тяжелыми спутниками вокруг одного из компонентов 61-й Лебеда обращаются также планеты, похожие на нашу Землю... А это уже целая планетная система.

Около десяти лет назад американский астроном Ван де Камп сообщил об открытии им планет у звезды Барнарда — красного карлика, которая находится в созвездии Змееносца. Только шесть световых лет отделяют ее от Солнца. Звезду Барнарда называют еще «летающей», потому что она движется с огромной скоростью: ее собственное движение составляет 10,3 секунды дуги в год.

С некоторых пор звезда Барнарда стала привлекать внимание многих астрономов, поскольку в ее движении были замечены слабые колебания. В 1958—1978 годах эту звезду фотографировали на 24-дюймовом рефракторе. Фотопластинки были обработаны на ЭВМ. По мнению Ван де Кампа, результаты наблюдений под-

* В середине XIX века немецкий астроном Фридрих Бессель (1784—1846), изучая собственное движение Сириуса, заметил, что он перемещается не по прямой, как другие звезды, а по волнистой линии. Бессель предположил, что путь Сириуса искривляется притяжением невидимого массивного спутника.

В 1862 году на Сириус был направлен новый большой телескоп, и спутник был обнаружен. Им оказалась очень малая, но очень горячая массивная звезда белого цвета. Подобные звезды получили название белых карликов.

тверждают существование у звезды Барнарда двух невидимых спутников. Они обращаются вокруг нее по круговым орбитам с периодами 11,7 и 20 лет. Радиусы орбит этих спутников должны составлять 2,7 и 3,8 астрономической единицы, а массы спутников не превышают соответственно 0,8 и 0,4 массы Юпитера. Увидеть же слабых спутников звезды Барнарда в современные телескопы не представляется возможности, даже если бы удалось заслонить свет от самой звезды.

Поиск планетных систем у ближайших к нам звезд ведется и на 3,6-метровом телескопе, принадлежащем Канаде, Франции и США и установленном в обсерватории на горе Мауна-Кеа на Гавайских островах.

В 1987 году были опубликованы первые результаты изучения шестнадцати звезд. Наиболее достоверным можно считать наличие планет у звезды ϵ (эпсилон) Эридана и γ (гаммы) Цефея. Первая из них находится всего в 11 световых годах от Земли и является ближайшей к нам солнцеподобной звездой с массой 0,75 массы нашего Солнца. А вот звезда в Цефее удалена от нас на 48 световых лет. Исследователи установили, что она испытывает воздействие невидимой с Земли планеты массой 1,7 массы Юпитера. Предполагаемая же планетная система у звезды ϵ Эридана должна в 2—5 раз превышать по массе Юпитер. По последним данным планетоподобные спутники имеются у одиннадцати ближайших к нам звезд.

К сожалению, недостаточная чувствительность современных методов наблюдений и измерений не позволяет обнаружить у звезд небольшие планеты земного типа. Однако можно надеяться, что информация о распространенности таких планет в окрестностях Солнечной системы будет получена уже в обозримом будущем. Американский проект «Орион» предусматривает вывод на околоземную орбиту астрометрического телескопа, который позволит измерять угловые расстояния с точностью до сотых долей секунды дуги. Благодаря этому астрономы получат возможность фиксировать самые малейшие отклонения в движении той или иной звезды, вызванные гравитацией планет, имеющих массу, соизмеримую с земной.

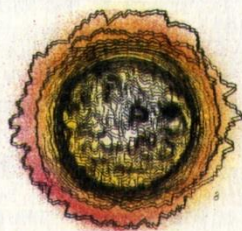
Человек обнаружил планеты у звезды! Разве это не величайшее открытие современности?!

Итак, наша Солнечная система перестает быть уникальным образованием. Исследование процессов происхождения планетных миров скоро можно будет вести, опираясь не только на данные собственной планетной системы, но и на результаты наблюдений внесолнечных планет. Однако и теперь уже ясно, что образование планет у звезд — закономерное явление природы.

И как тут не вспомнить величайшего мыслителя эпохи Возрождения Джордано Бруно, который неколебимо верил во множественность планетных миров. Даже пламя костра римской ин-

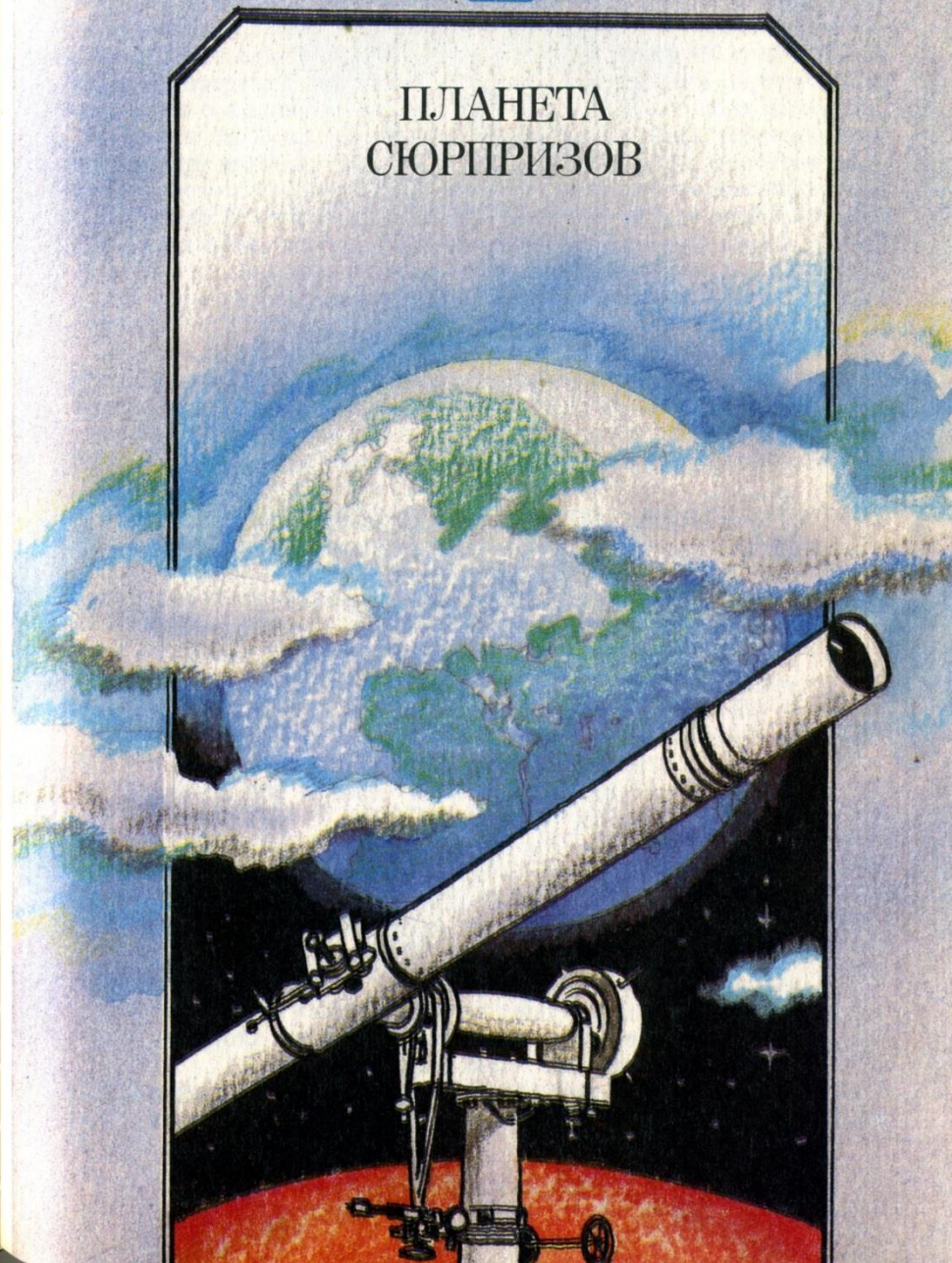
94 квинции не сломало его воли и убежденности. Открытие же современными астрономами планет у некоторых ближайших звезд — блестящее подтверждение мировоззренческих идей итальянского философа.

...В обозримом будущем с помощью телескопов, установленных на космических станциях, взору исследователей откроются панорамы далеких планетных миров, затерявшихся в просторах нашей Галактики.



5

ПЛАНЕТА СЮРПРИЗОВ





Как узнать точное время?

Командир артиллерийского расчета снял трубку телефона:

— Лаборатория точного времени?! Говорит сигнальная пушка...

У гаубицы, нацеленной в сторону Невы, замер артиллерист. Ведется отсчет секундам: пять, четыре, три... И вот...

— Ор-рудие! — резко звучит команда.

И в тот же миг над городом раздается оглушительный грохот — сигнал точного времени. Он оповещает ленинградцев, что наступил полдень. И прохожие, заслышав знакомый выстрел с Петропавловки, смотрят на часы...

Еще в 1735 году Санкт-Петербургская Академия наук обсуждала любопытный проект академика Жозефа Никола Делиля (1688—1768). Для удобства сверки часов жителям российской столицы ученый-астроном предлагал «однажды выстреливать из пушки точно в самый полдень» с адмиралтейского бастиона по сигналу из находившейся напротив академической обсерватории. Петербуржцы в те годы сверяли часы исключительно по Солнцу, но в осеннюю и зимнюю пору светило подолгу не появлялось на небе. Это доставляло немало хлопот с уточнением времени.

Казалось, теперь, когда начнет палить вестовая пушка, будет достигнута наконец согласованность в

счете часов и минут... Однако «пушечный» проект не нашел поддержки у императрицы Анны Иоанновны (1693—1740) и был похоронен в царских департаментах более чем на сто лет.

В 1862 году из Пулковской обсерватории в Петербург была проложена телеграфная линия. По ней на Центральную телеграфную станцию стали передавать сигналы точного времени. Тогда-то и вспомнили про забытый проект и было решено «для обозначения среднего времени полудня» использовать установленное возле Адмиралтейства орудие. 6 февраля 1865 года точно в полдень впервые над Невой прогремел пушечный выстрел. Он возвестил о рождении новой традиции — полуденного выстрела.

Осенью 1872 года газеты сообщили, что «пушка, возвещавшая Петербургу полдень, за устройством набережной переносится с адмиралтейского двора на один из бастионов Петропавловской крепости». И вот 24 сентября 1873 года первый «полуденный выстрел» прозвучал с Нарышкина бастиона Петропавловской крепости. Горожане, услышав звук пушечного выстрела, смотрели на свои часы, и если стрелки сходились на двенадцати, говорили: «Точно, как из пушки!»

Традиция была возобновлена в дни празднования 250-летия Ленинграда. 23 июня 1957 года над Невой вновь грянул орудийный выстрел. С тех пор он раздается каждый день, привлекая внимание многочисленных туристов, которые к полудню собираются у стен Петропавловской крепости, чтобы лично засвидетельствовать старинный способ подачи сигнала точного времени.

Время... Мгновения бытия... Как бусинки, они нанизываются на ниточку вечности...

Микросекунда — миллионная доля секунды. Тысяча микросекунд — миллисекунда. Тысяча миллисекунд — секунда. Шестьдесят секунд — минута. Шестьдесят минут — час. Двадцать четыре часа — сутки. Тридцать суток — месяц. Двенадцать месяцев — год. Годы открывают счет столетиям. Из тысяч, из миллионов столетий складывается Вечность Вселенной... И в этой нескончаемой шкале времени жизнь каждого из нас — всего лишь неувловимая доля мгновения.

Но продолжительность жизни определяется не столько количеством прожитых лет, сколько количеством совершенных добрых дел. Говорят, что человек живет до тех пор, пока о нем помнят люди. И тот, кто хочет жить долго, должен не скупиться на полезные дела.

Время течет неумолимо, течет из настоящего в будущее. И мы не можем замедлить или ускорить «бег времени», не в состоянии «остановить мгновение». Не случайно у людей сложилось представление о времени как о некоем потоке. Помните, у русского поэта Гаврилы Романовича Державина (1743—1816) есть такие строки:

Река времен в своем стремленье
Уносит все дела людей
И топит в пропасти забвенья
Народы, царства и царей.

С давних пор люди учились определять и измерять время. Правда, они не всегда считали время по минутам и секундам, но зато всегда хорошо знали цену времени.

Сперва определяли с помощью солнечных часов. Такие часы, прекраснейшее украшение городских парков и зданий, встречаются и в наши дни. Не все знают, что солнечными часами пользовались в блокадном Ленинграде. Когда уличные часы вышли из строя, в одном из скверов Васильевского острова (на углу Большого проспекта и 9-й линии) появились необычные часы со «стрелкой» из тени, которая приводилась в движение... солнечными лучами. Их изготовил и установил известный популяризатор науки Василий Иосифович Прянишников (1890—1980). Но солнечные часы имеют большой недостаток: они «идут» только днем, да и то в ясную погоду.

В отличие от солнечных, водяные часы показывали время и днем и ночью. Время определялось количеством вытекшей воды. Ими пользовались, например, в Древнем Риме для регламентирования времени выступления ораторов. Когда вся вода вытекала из резервуара, оратор должен был покинуть трибуну.

В VIII веке появились песочные часы. Они широко применялись мореплавателями. На флоте и сейчас говорят: «отбить склянки», что дословно означает — перевернуть песочные часы (склянки) и ударом колокола отметить момент времени.

Большим прогрессом в проблеме измерения времени было изобретение в 1656 году голландским физиком и астрономом Христианом Гюйгенсом (1629—1695) маятниковых часов. Каждое качание маятника определенной длины происходит за одинаковый промежуток времени. Маятник обеспечивает равномерность хода часов, и поэтому часы Гюйгенса стали применяться в астрономических наблюдениях.

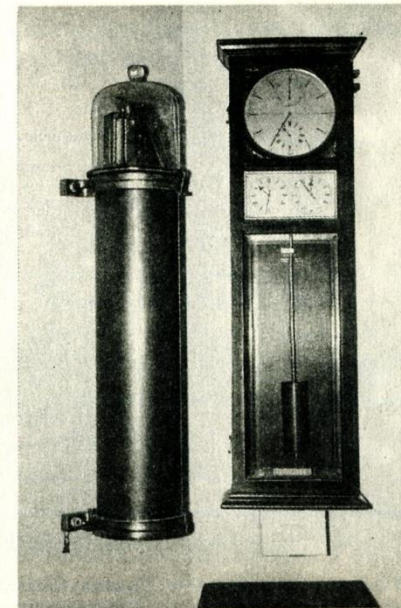
В дальнейшем часовой механизм совершенствовался. В 1921—1924 годах английский инженер Уильям Шорт создал часы с так называемым свободным маятником: они спешили или отставали не более чем на 10 секунд в год. А при изготовлении новых экземпляров была достигнута еще более высокая точность, и «Шорт» стал вытеснять в астрономических обсерваториях все другие хранители времени.

Часы Шорта были куплены за золото Советским Союзом и переданы Пулковской обсерватории. На большее у молодого Советского государства не хватило средств. До поры до времени пришлось довольствоваться лишь одними высокоточными часами.

В начале 30-х годов Главной палате мер и весов в Ленинграде поручили изготовить отечественные часы, подобные часам Шорта. Но как это сделать? Как разгадать секрет англичанина, если к его часам нельзя было даже прикасаться?

Механизм иностранных часов был действительно хитрым: у них качался не один, а два маятника. Первый был заботливо упрятан в глубокий подвал главного здания Пулковской обсервато-

Астрономические маятниковые часы Шорта.



рии, где соблюдалась постоянная температура, а от изменений атмосферного давления его защищал стеклянный цилиндр. Его качание поддерживали delicate «толчки» специального электромагнитного поля. У этого маятника была единственная задача: качаться как можно равномернее — как можно точнее хранить время. И он с ней отлично справлялся.

Всю «черную работу» делал второй маятник: он двигал стрелки и посылал электрические импульсы, поддерживающие равномерные колебания первого. Автоматика связывала колебания обоих маятников в одну сложную систему.

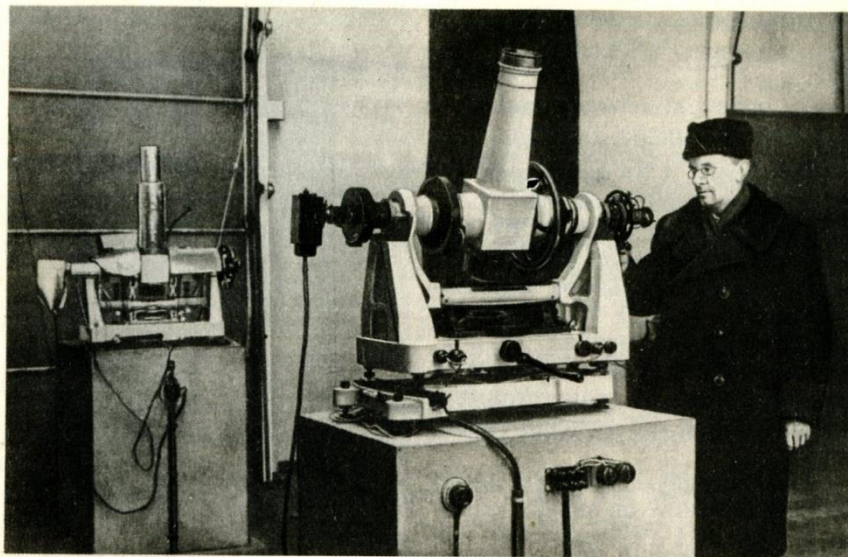
Советские механики сумели создать хорошую «копию» часов Шорта, но точности в одну тысячную долю секунды не достигли. Была у иностранной фирмы какая-то хитрость, которую сквозь стекло разглядеть не удалось. Перед войной завод «Эталон» выпустил первые восемь советских астрономических часов типа «Шорт»*.

Как бы то ни было, но даже самые лучшие часы либо спешат, либо отстают. Поэтому, чтобы знать точное время, в астрономических обсерваториях с помощью пассажных инструментов определяют поправки часов.

Уже рассказывалось, как пулковские астрономы определяют прямые восхождения звезд. Измерение времени по звездам в принципе ничем не отличается — точно так же «засекаются» моменты прохождений звезд через небесный меридиан.

Для этого в поле зрения пассажного инструмента имеется сетка из трех вертикальных и одной горизонтальной нити. Момент прохождения звезды через среднюю нить соответствует времени ее кульминации. Его астроном должен отметить как можно точнее. К тому времени, когда та же звезда снова окажется на небесном меридиане, пройдут ровно одни сутки. Так из меридиан-

* Самые точные в мире механические часы были сделаны после войны советским изобретателем Феодосием Михайловичем Федченко. Они обеспечивали измерение времени с точностью до пяти десятитысячных долей секунды в сутки! Это в два раза выше, чем у лучших образцов «Шорта».



Николай Никифорович Павлов у сконструированного им фотоэлектрического пассажного инструмента.

ных наблюдений звезд можно установить истинную продолжительность суток и сравнить с продолжительностью, взятой из показаний часов на моменты кульминаций звезд.

Мало того, поскольку прямые восхождения кульминирующих звезд известны, известно и точное время. И чем точнее астроном отмечает прохождение звезды, тем надежнее определяется поправка часов и, следовательно, тем точнее мы будем знать время. Как видите, не случайно прямые восхождения небесных светил выражаются в часовой мере.

В 1939 году пулковский астроном Николай Никифорович Павлов (1902—1985) впервые в стране применил для меридианных наблюдений звезд фотоэлектрический метод. Замена наблюдателя фотоэлементом автоматизировала утомительный процесс визуальных наблюдений и повысила точность отсчета момента звездных прохождений до одной тысячной доли секунды. За разработку и внедрение новых методов профессор Н. Н. Павлов был удостоен Государственной премии, ему присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

Новый метод наблюдений намного повысил точность определений поправок часов, способствовал росту научного авторитета Службы времени Пулковской обсерватории. В ее задачу входило: получение точного времени из наблюдений звезд, хранение времени с помощью астрономических часов и регулярная передача сигналов точного времени в эфир по радио.

Забываясь о чисто научных проблемах, пулковские астрономы не забывали и о потребностях народного хозяйства страны. В те предвоенные годы наша Родина была похожа на гигантскую стройку, и знание точного времени было особенно необходимо для широкого развертывания геодезических и топографических работ, штурманам дальнего плавания, авиаторам.

Задача штурмана — привести корабль в порт назначения. Но когда судно находилось в открытом море, единственными маяками, указывавшими ему путь, были небесные светила.

Для их наблюдений с палубы корабля или с борта самолета применяется специальный угломерный оптический инструмент — секстант. С помощью секстанта штурман измеряет высоту светила над горизонтом и отмечает момент наблюдения по хронометру (показания бортового хронометра проверяются по радиосигналам точного времени). Затем из Морского или Авиационного астрономического ежегодника он выписывает координаты наблюдавшихся небесных светил и производит вычисления — узнает местонахождение своего корабля или самолета, то есть его географическую широту и долготу. Нет, не обойтись без услуг астрономов, измеряющих положения Солнца, Луны, планет и звезд на небе, определяющих точное время...

12 июля 1941 года Служба времени Пулковской обсерватории передала в эфир последние сигналы. С этого дня она перестала существовать. Фашистские «юнкеры» уже бомбили обсерваторию. Требовалось срочно эвакуировать оборудование...

Были причинены большие разрушения Одесской и Симеизской обсерваториям, выведены из строя Службы времени в Николаеве и Харькове. Самолеты врага подвергали атакам Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга (ГАИШ) в Москве и его Службу времени, передававшую на всю страну сигналы проверки времени: два длинных и один короткий: тире — тире — точка.

Как стало известно потом, в списках объектов, намеченных фашистским командованием к первоочередному уничтожению, были и советские Службы времени. Коварный враг понимал, что если он лишит Советский Союз единой Службы времени, то в боевые действия Красной Армии будет внесен разлад, будут посеяны неразбериха и разнობой в тылу... Не случайно фашисты нацелили удары против наших астрономических обсерваторий и Служб времени.

Известный ныне всему миру пулковский ученый Митрофан Степанович Зверев заведовал Службой времени в ГАИШе, когда осенью сорок первого фашистские полчища прорвались к Москве и город оказался на осадном положении. Советское правительство приняло решение о незамедлительном перебазировании Службы времени на Восток. Руководство по выполнению этого задания, считавшегося заданием государственной важности, было возложено на Зверева.

...Городские власти Свердловска предоставили в распоряжение Митрофана Степановича большой добротный дом. Сразу же по приезде смонтировали павильон. В нем установили два пассажных инструмента для меридианных наблюдений звезд.

В глубоком подвале дома за полутораметровыми кирпичными стенами с толстыми перекрытиями и двумя плотными дверями поместили герметические футляры, из которых был выкачан воздух. В них и находились тогда двое главных часов страны. Одни хранили время, другие через радиостанцию посылали в эфир сигналы точного времени.

Выбор Свердловска для организации Службы времени в Великую Отечественную войну был сделан правильно: там находился мощный радиопередатчик, который работал на многих волнах и мог обеспечить сигналами точного времени всю нашу огромную страну.

Каждую ясную ночь астрономы наблюдали звезды, проводя долгие часы на крепком уральском морозе, который способен сковать не только тело человека, но и его мысли. Но наблюдателей ни на минуту не покидало чувство долга. Они знали, что там, на фронте, нашим бойцам много тяжелее. И вахтенные этого необычного звездного дозора находили в себе силы, чтобы в трудных условиях военного времени работать слаженно и четко. Да они и не могли поступить иначе. В знании точного времени нуждались научные институты и лаборатории, где нельзя было измерять время «на глазок», как в том же Свердловске — на «Уралмаше», как в Магнитогорске и Кузнецке, где решались задачи скоростной плавки легированной стали для танков и тяжелых орудий, для «катюш» и другой новейшей военной техники.

Точное время нужно было и академику Игорю Васильевичу Курчатову (1903—1960) для решения проблемы деления атомного ядра и овладения атомной энергией, и для тех, кто вел поиск первого отечественного антибиотика — пенициллина. И конечно, проведение крупнейших наступательных операций Советской Армии, строгая координация действий воинских частей — все согласовывалось по сигналам точного времени. Для этого и работала Служба времени в Свердловске. Сигналы уточнения времени бесперебойно уходили в эфир. И Советская страна воевала и трудилась в едином ритме.

Из эпопеи беспримерной звездной вахты Звереву особенно запомнился день 19 ноября 1942 года. С утра он, как всегда, передал в эфир очередные ритмические сигналы точного времени. Москва их приняла, а ровно в семь ответила сигналами проверки времени. Особенно их ждали командующие трех фронтов: Юго-Западного, Донского и Сталинградского. До начала операции «Уран» оставалось всего 30 минут...

Как же было Звереву не запомнить день, к историческим событиям которого он имел самое прямое отношение. Ведь это на основе его ритмических сигналов произвели сверку своих часов

генералы Н. Ф. Ватутин, К. К. Рокоссовский и А. И. Еременко перед началом решающей битвы на Волге.

В тот памятный день ноября сорок второго произошел коренной перелом в ходе войны, начался обратный путь, теперь уже к Берлину. И астрономы Службы времени помогали нашим бойцам пройти его быстрее и с меньшими потерями. Наблюдатели звезд незримо приближали День Победы!

* * *

Еще совсем недавно главным хранителем времени была наша вращающаяся Земля, и точное время определялось из наблюдений звезд. Астрономические же часы «хранили» время в промежутках между наблюдениями. Изобретение радио донесло точное время до всех уголков земного шара, позволило знать его всем людям.

Развитие радиотехники оказало Службе времени еще одну важную услугу — помогло создать часы невиданной точности. Это так называемые кварцевые часы. Если лучшие маятниковые часы показывают время с точностью до одной тысячной доли секунды, то точность кварцевых часов на целый порядок выше. За сутки они уходят вперед или отстают всего на одну десятитысячную долю секунды!

Принцип работы кварцевых часов основан на свойстве кристаллов пьезокварца (горного хрусталя). Если пластинку, сделанную из этого прозрачного минерала, поместить в переменное электрическое поле, она начнет очень быстро вибрировать. И что самое важное: вибрация будет совершаться с необыкновенным постоянством. Это замечательное свойство пьезокварцевой пластинки и было применено при создании кварцевых часов, у которых для отсчета времени взамен колебаний маятника используются упругие колебания чудодейственного кристалла.

Однако в особо точных делах и исследованиях даже большой равномерности хода и высокой точности показаний кварцевых часов бывает недостаточно. Они заменяются более совершенными атомными часами, отсчитывающими так называемое атомное время.

Впрочем, атомные часы трудно назвать часами. У них нет ни стрелок, ни циферблата — лишь цифры, вспыхивающие на табло. И то, что они постоянно меняются, что отсчет времени непрерывно возрастает, свидетельствует: часы идут, идут с исключительной точностью. За 300 тысяч лет непрерывной работы возможна ошибка лишь на одну секунду!..

В наш век — век освоения космоса и научно-технического прогресса значение сверхточного времени трудно переоценить. Представьте себе, что на борту корабля установлены радионавигационные приборы, которые способны «улавливать» миллионные доли секунды. Спрашивается: с какой точностью штурман

может определить координаты судна по сигналам точного времени?

Расчет показывает, что погрешность не превысит трехсот метров. (Астрономические определения с помощью секстанта дают ошибку раз в двадцать большую — 5—6 километров.) Примерно с такой же точностью (до нескольких сотен метров) атомолод «Арктика» с помощью спутника связи установил 17 августа 1977 года свое местонахождение на Северном полюсе Земли. Корректировка движения пилотируемых орбитальных станций и других космических аппаратов также производится по сигналам атомного времени.

В основе счета атомного времени (атомной секунды) лежат колебательные процессы атомов химических элементов, совершающиеся с поразительным постоянством. Это единообразие, царящее в микромире, уже давно навело ученых на мысль о необходимости создания эталона времени, основанного на атомных процессах. Для получения такой образцовой меры времени было решено использовать колебания атомов цезия.

В качестве эталонной единицы времени (эталоны секунды) принято время, за которое свободный атом металла цезия-133 совершает 9 192 631 770 колебаний или же переходов из одного энергетического состояния в другое.

Но почему используется именно цезиевый стандарт частоты?

На то есть свои причины: он обладает не только высокой точностью колебаний, но и великолепной воспроизводимостью. Цезиевые атомные часы, изготовленные в разных странах, при их сличении показали хорошо совпадающие результаты.

В настоящее время в работу по измерению атомного времени ученые «подключают» атомы рутидия, успешно используются атомы водорода. Уже на протяжении ряда лет высокоточные водородные часы «идут» в Пулковской обсерватории. И если приоткрыть дверцу «атомной печки» этих часов, то можно увидеть поразительное по красоте розовое свечение. То светятся ионизованные атомы водорода...

Вы знаете, что в обычных природных условиях водород встречается в виде молекул. Каждая такая молекула состоит из двух атомов. Но для атомных часов нужны только одиночные атомы. Вот и приходится «дробить» молекулы электрическими разрядами...

В 1972 году наша страна перешла от астрономического времени, измеряемого по вращению Земли, на атомное, от астрономической секунды, определяемой как $1/86\,400$ доля суток, к «рукотворной» атомной секунде. Необходимость такого перехода была вызвана тем, что атомные часы воспроизводят время в миллион раз точнее, нежели вращающаяся Земля. И если раньше в обсерваториях часы проверяли по вращению Земли, то теперь роли поменялись: сама Земля была подвергнута контролю со стороны кварцевых, а затем атомных часов. Вот

Александр Яковлевич Орлов.



тут-то и обнаружилась удивительная вещь. Оказалось, что Земля вращается далеко не идеально равномерно...

Есть у нашей планеты еще один странный «каприз»: земной шар постоянно смещается относительно своей оси, в результате чего полюса не остаются на одних и тех же местах. А коли так, то непрерывно меняются и координаты всех точек на планете: населенных пунктов, гор, островов, различных сооружений и самой... Пулковской обсерватории. А ведь центр Круглого зала главного здания обсерватории служит исходной точкой для построения государственных триангуляций СССР — точнейшей геодезической и картографической опоры!

Проблемой «странствования» земных полюсов со всей серьезностью занялся советский ученый Александр Яковлевич Орлов (1880—1954), что вылилось в создание специальной службы — Службы широты. В ее обязанности входит неустанно следить за перемещением Северного полюса Земли и, следовательно, контролировать изменения широт.

Но в системе географических координат изменениям подвержена не только широта, но и долгота. А перемены долгот астрономической обсерватории сказываются на точности определения времени по звездам. Выходит, что работа Службы широты теснейшим образом переплетается с работой Службы времени. И не случайно в Пулковской обсерватории обе службы объединены теперь в Лабораторию исследования параметров вращения Земли. Ее возглавляет кандидат физико-математических наук Виталий Александрович Наумов.

Встреча с ученым состоялась в его рабочем кабинете. Еще недавно здесь работал академик Александр Александрович Михайлов. Об этом напоминает бронзовая табличка на двери, ставшая уже реликвией. Виталий Александрович ученик академика А. А. Михайлова и профессора Н. Н. Павлова, прямой продолжатель их научных изысканий. Он и поведал о «причудах» вращения нашей планеты.

— Прежде всего, — начал рассказ ученый, — астрономам удалось обнаружить вековое замедление скорости вращения Зем-

ли. Оно вызывается лунно-солнечными приливами воды морей и океанов. Приливные волны, набегая на берега континентов и прибрежные отмели, тормозят вращение земного шара. Но торможение это невелико: за целое столетие сутки увеличиваются всего на полторы тысячных доли секунды. Через миллион лет земные сутки удлинятся на 15 секунд, а пройдет 240 миллионов лет — и в сутках будет ровно двадцать пять современных часов!

— Да это же замечательно, Виталий Александрович! Многим катастрофически не хватает времени. Как было бы хорошо, если бы уже сейчас к суткам удалось прибавить этот недостающий час.

— Нет, Олег Николаевич, не радуйтесь преждевременно! Удлинение суток не решит проблемы нехватки времени. Сутки-то увеличатся, а количество дней в году сократится до трехсот пятидесяти. Ведь продолжительность года была и останется, по-видимому, стабильной. Но вернемся к вопросу вращения Земли. Атомные часы, которыми располагает наша обсерватория, позволяют надежно измерять время до десятиллионных долей секунды. Благодаря таким часам мы не только контролируем вековое замедление вращения Земли, но и выявляем небольшие периодические колебания продолжительности суток. Эти колебания вызываются сезонными метеорологическими явлениями. Оказалось, что летом вращение Земли ускоряется, а зимой замедляется. Величина суточных колебаний достигает одной тысячной доли секунды. Кроме того, существуют еще случайные изменения скорости вращения Земли, доходящие до трех-четырех тысячных долей секунды. Они происходят в виде неожиданных «скачков» и «рывков». Их причины мало изучены. Такой резкий «рывок» был отмечен, например, в мае 1960 года, когда страшное землетрясение произошло в Чили. Это было одно из самых катастрофических землетрясений за последние годы. Некоторые ученые связывают подобные геологические перевороты с внезапными изменениями скорости вращения нашей планеты. Как видите, земные сутки весьма изменчивы. Сегодняшние сутки не равны вчерашним и не будут равны завтрашним. Вот потому-то и пришлось прибегнуть к равномерно текущему атомному времени как к эталону — образцовой мере, с которой теперь сравнивается вращение Земли и определяется продолжительность тех или иных природных процессов. Казалось бы, теперь нам незачем знать изменчивое астрономическое время, которое определяется вращением Земли и получается из наблюдений звезд... И все же астрономическое время осталось. Каждую ясную ночь (в Пулковке в течение года бывает около ста звездных ночей) мы ведем меридианные наблюдения. Хотите знать — зачем? По самой простой причине. Мы живем на вращающейся Земле, и весь распорядок нашей жизни — смена часов труда и отдыха — зависит от времени суток. А для этого наши обычные часы должны быть согласованы с вращением Земли и еще

как-то учитывать его неравномерность. Но звучащие ежедневно по радио сигналы из шести импульсов согласованы с главными атомными часами страны. Начало отсчета атомного времени условно было выбрано так, чтобы оно совпадало с астрономическим на 1 января 1900 года. Рано или поздно сигналы точного времени стали расходиться с астрономическим временем. Тогда по международному соглашению было решено во избежание накопления расхождения по мере необходимости производить передвижку сигналов на одну секунду. А так как вращение Земли в целом замедляется, то обычно сигналы приходится на секунду задерживать. Так было, например, под новый 1980 год. Последняя минута уходящего 1979 года содержала не 60, а 61 секунду. Одна секунда была добавлена в канун 1980 года.

— Виталий Александрович, как я понял из вашего рассказа, область научных и практических интересов Службы времени Пулковской обсерватории — это изучение неравномерности вращения Земли, а также определение астрономического времени и хранение точного времени с помощью атомных часов. А чем занимается Служба широты?

— В ее ведении проблемы, которые могут показаться весьма необычными, далекими от повседневной жизни, например, изучение перемещения полюсов Земли и дрейфа земных континентов. Но это только на первый взгляд... В 1842 году пулковский астроном Христиан Иванович Петерс (1806—1880) столкнулся со странным явлением: очень медленными изменениями широты Пулковской обсерватории. К концу XIX столетия этот вопрос уже не вызывал сомнений. Причиной изменчивости широт является непрерывное смещение полюсов Земли, или перемещение земного шара относительно оси вращения. В 1899 году была создана Международная служба широты. Она и по сей день ведется по единой программе. В Северном полушарии Земли, на широте 39 градусов 8 минут, постоянно наблюдают за зенитными звездами пять специализированных обсерваторий — широтных станций. Одна — в Карлофорте, на маленьком итальянском островке в Средиземном море, вторая — в узбекском городе Китабе (южнее Самарканда), третья — Мицузава в Японии и еще две станции в Соединенных Штатах: Юкайя в Калифорнии и Гейтерсбург у побережья Атлантики. Эти станции ведут регулярные определения своих широт с помощью так называемых зенит-телескопов, а сама организация переименована в Международную службу движения полюсов.

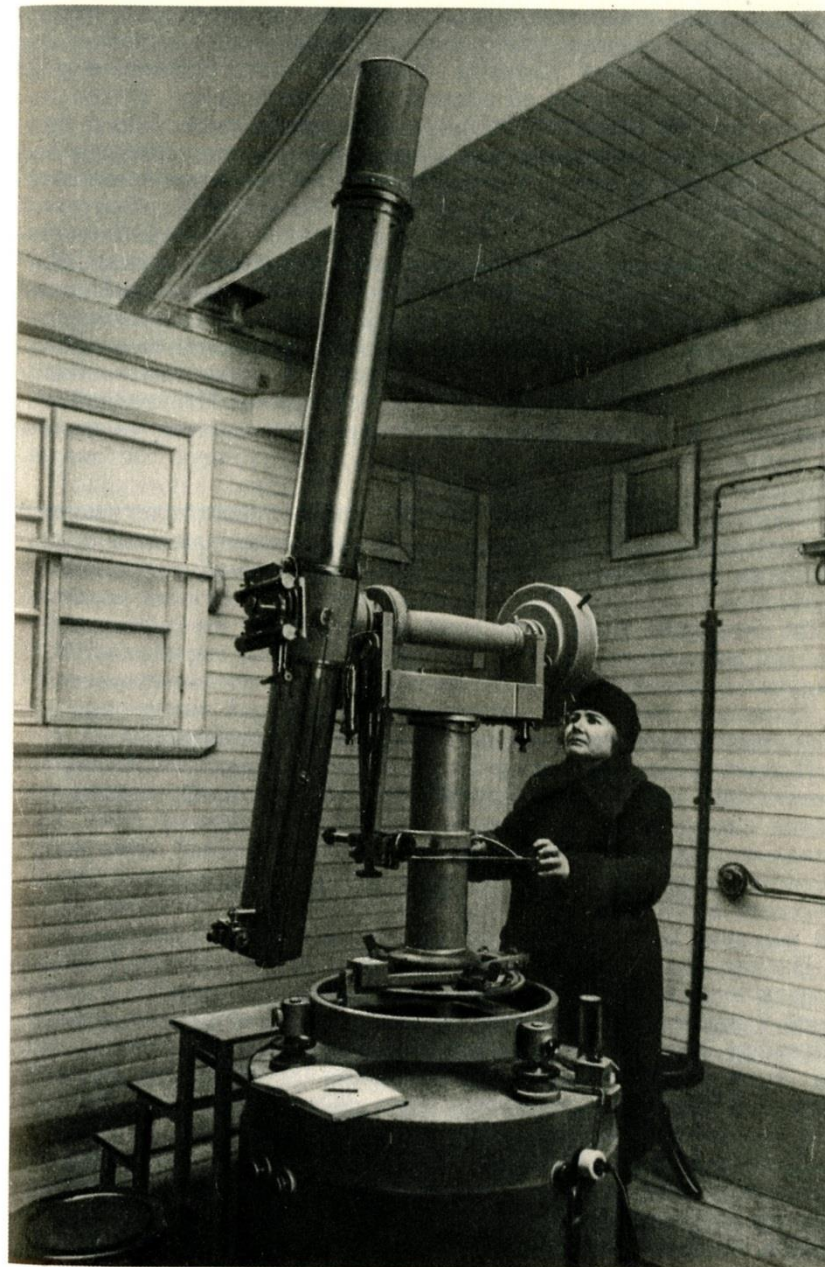
— Что такое зенит-телескоп?

— Представьте себе телескоп, труба которого направлена прямо в зенит. Если есть звезда, проходящая в момент кульминации точно через зенит, то склонение такой звезды (ее угловое расстояние от небесного экватора) будет в точности равно широте места наблюдения. На небе таких идеальных звезд нет. Поэтому вместо одной звезды наблюдаются две звезды, симметрич-

но расположенные относительно зенита. Специальным образом построенная программа наблюдений позволяет наблюдателю определять широту обсерватории-станции. Международные широтные станции выбраны не случайно на одной параллели. Это сделано с той целью, чтобы все они могли наблюдать одни и те же звезды. В таком случае ошибки координат звезд (склонений) одинаково повлияют на широты всех станций и не скажутся на положении полюса. Ныне в Международной службе движения полюсов участвуют около десяти советских обсерваторий. В том числе Иркутская, Московская, Полтавская, Пулковская. Международная широтная станция в Китае одновременно является наблюдательной базой Пулковской обсерватории. Сейчас там установлена фотографическая зенитная труба, которая раньше работала в Пулкове. Процесс наблюдений на ней полностью автоматизирован, что позволяет добиваться самых точных результатов. Во время проведения Международного геофизического года (в 1957—1958 гг.) Пулковская обсерватория основала базу по широтным наблюдениям на Дальнем Востоке, в Благовещенске, и оснастила ее большим зенит-телескопом (серия таких телескопов была изготовлена отечественной оптической промышленностью). Благовещенская широтная станция расположена примерно в 90 градусах к востоку от Пулкова. Это позволяет нашим дальневосточным коллегам определять перемещение земных полюсов в направлении, перпендикулярном к Пулковскому меридиану. При сопоставлении же с пулковскими измерениями получается полная картина движения полюсов по земной поверхности.

— Ну а как велико оно — это движение?

— За год широта изменяется всего на сотые, а иногда и десятые доли секунды дуги. На земном шаре дуга в одну десятую секунды равна трем метрам. Следовательно, земные полюсы смещаются в течение года не более чем на несколько метров. Северный полюс Земли описывает вокруг некоторой средней точки сложную спираль, которая то закручивается, то раскручивается. Радиус этой спирали около десяти метров. Наблюдения, выполненные в период Международного геофизического года, показали, что причины периодического перемещения полюсов связаны с некоторыми особенностями внутреннего строения Земли и теми глобальными изменениями, которые происходят на ее поверхности. Это вызываемые сменой времен года переносы огромных масс воды в виде снегов с одного полушария планеты на другое. После каждой такой «переброски» земной шар старается занять «удобное» положение, чтобы его вращение было максимально устойчивым. В результате полюсы «блуждают»... И еще: все крупные сдвиги, совершающиеся в земных недрах, подъёмы и опускания материков тоже вызывают перемещение полюсов.



Зенит-телескоп Пулковской обсерватории. Софья Васильевна Ворошилова-Романская готовит инструмент для наблюдений.

В изучении движения земных полюсов астрономия и геофизика слились воедино, поставив своей задачей исследование внутреннего строения планеты. Характер этого движения уже давно опроверг гипотезу об абсолютно твердой Земле. Напротив, ее ядро должно обладать свойствами жидкого тела. Такую подсказку сделали ученым звезды. Да, те звезды, по которым мы контролируем изменения географических широт и движение земных полюсов.

И вот в начале 1960-х годов выдающийся советский геофизик и астроном, член-корреспондент Академии наук СССР Михаил Сергеевич Молоденский разработал теорию вращения Земли с упругой оболочкой и жидким ядром. При таком строении нашей планеты в движении ее полюсов должен был проявляться очень малый период колебаний, по продолжительности близкий к суткам. Старший научный сотрудник Пулковской обсерватории Владимир Иванович Сахаров из анализа многолетних наблюдений зенитных звезд обнаружил суточную составляющую, предсказанную Молоденским.

Так благодаря исключительной кропотливости и высокой точности измерений астрономы разобрались в «тонкостях» периодического перемещения полюсов. Лишь один вопрос продолжает оставаться открытым. Это вопрос о вековом движении полюсов.

За последние 80 лет Северный полюс Земли, непрерывно петляя, все же переместился на 8 метров в сторону меридиана 75-го градуса западной долготы. Если направление и скорость векового движения полюса не изменятся, то через 10 миллионов лет он окажется у северо-западного побережья Гренландии...

В свое время профессор Н. Н. Павлов занимался анализом многолетних наблюдений крупнейших обсерваторий мира и вычислил направления и скорости дрейфа литосферных плит. Как оказалось, перемещения отдельных участков земной коры могут достигать внушительных размеров. По мнению ученого, землетрясению в Чили в 1960 году предшествовало смещение Южной Америки в сторону Тихого океана почти на 16 метров.

По данным Н. Н. Павлова, весной и летом материк Евразия на несколько метров «подплывает» к Северной Америке, а зимой вновь удаляется от нее. Этот эффект ученый объясняет взаимодействием земных континентов с атмосферой. Материки — это как бы гигантские каменные «парусники», плывущие по воле ветра в базальтовом «океане». Роль своеобразных парусов при этом играют горные цепи Альп, Кавказа, Гималаев...

А может быть, скользит по подстилающему базальтовому слою вся земная кора?.. Свет на этот вопрос, возможно, смогут пролить результаты высокоточных наблюдений звезд с использованием лазерной техники и радиоинтерферометрии*. Но это от-

* О применении лазерной техники в астрономии и о радиоинтерферометрии будет рассказано дальше.

крытие станет достоянием, видимо, будущего поколения астрономов — тех, кому предстоит жить и трудиться в новом, двадцать первом столетии.

Над недремлющей обсерваторией искрится звездное небо... Тишина... Нарушают ее лишь ритмичные удары часов да работа хронографа, отмечающего прохождение звезд через Пулковский меридиан...

У пассажного инструмента — младший научный сотрудник Главной астрономической обсерватории нашей страны Дмитрий Дмитриевич Положенцев. Коллеги называют его для краткости Положенцев-младший. Только не потому, что молодой астроном в должности еще не преуспел. Причина совсем другая. Здесь же, в обсерватории, работает отец Дмитрия — доктор физико-математических наук Положенцев, и тоже Дмитрий Дмитриевич.

Положенцев-младший наблюдает звезды на знаменитом фотоэлектрическом пассажном инструменте профессора Н. Н. Павлова. Именно на нем впервые было определено время по вращению Земли с точностью до одной тысячной доли секунды.

На этом же инструменте был составлен каталог звезд Службы времени СССР, содержащий 807 ярких небесных светил. Сейчас он пересчитан на 2000 год. По своей точности он превосходит другие сходные каталоги...

А Пулковский меридиан вновь и вновь пересекают звезды... Вот уже более сорока лет они отсчитывают для нас самое дорогое время — время мира и творческого созидания.

Не шар, не эллипсоид, а... груша!

Правильное представление о Земле сложилось у людей не сразу. Да и как было человеку понять, как устроена Земля, каковы ее форма и размеры, если судить о ней он мог с высоты своего роста или с вершины горы. Одно было ясно: Земля очень большая. А как говорится, большое видится на расстоянии. И величайший мыслитель древности Аристотель (384—322 гг. до н. э.) решил искать разгадку земных тайн на... Луне.

Некоторые подумают: при чем здесь Луна?

Между тем все объясняется очень просто. Земля освещается Солнцем и, как все непрозрачные тела, отбрасывает от себя тень. Изредка во время полнолуния, когда наша спутница оказывается почти точно на линии Солнце-Земля, земная тень падает на Луну... Вот она-то и заинтересовала Аристотеля. (Ведь по виду тени можно судить о форме предмета.) Он первый обратил внимание на то, что край земной тени всегда имеет ок-

руглую форму. А как известно, круглую тень может отбрасывать только шарообразное тело. Значит, Земля — шар.

Проходили века, а люди никак не могли привыкнуть к мысли о шарообразности Земли. Их мучили вопросы: как можно ходить «головой вниз» на противоположной стороне шарообразной Земли? И разве могут там расти деревья, или падать

капли дождя? Многим казалось, что на «обратном» полушарии должно твориться что-то невероятное... Вот почему, когда в 1492 году Христофор Колумб (1451—1506) отправлялся в кругосветное плавание, его отговаривали: в случае шарообразности Земли корабли низвергнутся в бездну с «крутого изгиба земной поверхности», и никому не будет спасения.

Во время своего первого путешествия Колумб пользовался картой «обратной» стороны Земли, составленной итальянским ученым Паоло Тосканелли (1397—1482). К карте был приложен расчет длины пути. Двенадцать тысяч километров требовалось пройти суденышкам, чтобы, плывя из Испании в западном направлении, достичь берегов Индии!..

Однако кругосветное путешествие Фернана Магеллана (1480?—1521) показало, что земной шар значительно больше, чем считали географы. В шарообразности Земли теперь не сомневались, но для успеха новых далеких странствий нужно было знать ее размеры. И хотя огромную Землю с мерной лентой не обойдешь и не измеришь, шарообразность нашей планеты позволяла решить эту задачу, казалось, простым способом.

Вы знаете, что в окружности 360 градусов. Поэтому, чтобы установить протяженность земной окружности, достаточно было бы измерить длину дуги одного

градуса меридиана и результат измерения умножить на 360. Конечно, для большей точности следует измерять дуги в 5 или даже 10 градусов. Но ведь длина каждого градуса около 110 километров! Нетрудно понять, что измерение таких больших дуг — дело совершенно невозможное из-за множества препятствий, которые неизбежно встретятся на пути. Надо было придумать другой способ, чтобы обходиться без измерений больших расстояний. Такой способ разработал голландский астроном и математик Виллеброрд Снеллиус (1580—1626).

Представьте себе, что необходимо измерить расстояние между точками А и В, удаленными одна от другой на сотни километров. Решение этой задачи начинается с построения на местности так называемой опорной геодезической сети. В простейшем варианте она создается в виде цепочки треугольников. Вершины их выбираются на возвышенных местах, на высоких зданиях и башнях, и обязательно так, чтобы из каждого пункта были видны направления на все соседние пункты. А еще они

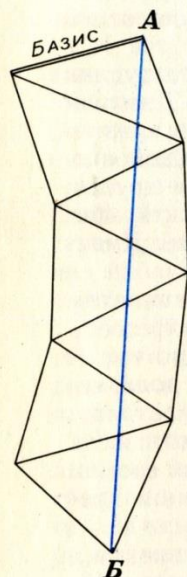


Схема
триангуляции.

должны быть удобны для работы, для установки угломерного инструмента — теодолита и измерения всех углов в треугольниках этой сети. Кроме того, в одном из треугольников измеряется одна сторона, которая пролегает по ровной и открытой местности, удобной для линейных измерений. В результате получается сеть треугольников с известными углами и исходной стороной — базисом. Затем следуют вычисления.

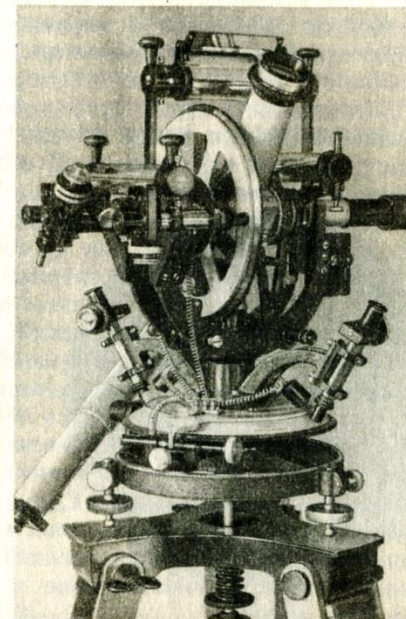
Решение начинается с треугольника, содержащего базис. По стороне и углам вычисляются две другие стороны первого треугольника. Но одна из его сторон является одновременно стороной смежного с ним треугольника. Она служит исходной для вычисления сторон второго треугольника и так далее. В конце концов находятся стороны последнего треугольника и вычисляется искомое расстояние — дуга меридиана АБ.

Геодезическая сеть обязательно опирается на астрономические пункты А и Б. Методами астрономических наблюдений звезд определяются их географические координаты (широты и долготы) и азимуты (направления на местные предметы).

Теперь, когда известна протяженность дуги меридиана АБ, а также ее выражение в градусной мере (как разность широт астропунктов А и Б), не составит особого труда вычислить длину дуги одного градуса меридиана путем простого деления первой величины на вторую.

Этот способ измерения больших расстояний на земной поверхности получил название триангуляции, от латинского слова *triangulum*, что значит — «треугольник». Он оказался удобным и для измерения всей Земли.

Изучением размеров нашей планеты и формы ее поверхности занимается наука геодезия (в переводе с греческого — землемерие). Началась она с триангуляции — с градусных измерений, выполненных Снеллиусом в начале XVII столетия. Самое же грандиозное градусное измерение из всех, какие только были в прошлом, произвел основатель и первый директор Пулковской обсерватории Василий Яковлевич Струве.



Под руководством и при участии самого Струве русские геодезисты совместно с норвежскими измерили дугу меридиана, простиравшуюся от Дуная по западным областям России в Финляндию и Норвегию до побережья Северного Ледовитого океана. Протяженность этой дуги превысила 2800 километров! В ней было заключено более 25 градусов, что составляет почти 1/14 часть земной окружности. В историю науки она вошла под названием «дуги Струве». И еще интересная подробность: чтобы измерить такую дугу, пришлось построить триангуляционный ряд из 258 треугольников! Все их вершины были закреплены на местностях специальными «центрами», отлитыми из бетона, и отмечены высокими сооружениями в виде пирамид. (Пирамиды используются для наблюдений — измерений углов в треугольниках.) Для достижения большей точности в сети было промерено 10 базисов. Это величайшее градусное измерение длилось 40 лет, и еще 5 лет ушло на обработку полученных результатов.

Автору этой книги довелось работать на наблюдениях на пунктах государственной триангуляции I класса, примыкающих непосредственно к «дуге Струве». Это было вскоре после окончания Великой Отечественной войны, когда пришлось восстанавливать опорные геодезические сети, уничтоженные фашистским нашествием. Прикосновение к знаменитой «дуге» запомнилось на всю жизнь...

Итак, градусные измерения позволили определить размеры Земли. Они же показали, что наша планета не является правильным шаром. Известно, что поверхность шара имеет везде одинаковую выпуклость, или, как говорят математики, одинаковую кривизну. И если мы построим на шаре градусную сетку, то все градусы будут одинаковой длины. А вот градусы дуг земных меридианов оказались не одинаковыми: в высоких широтах они приблизительно на целый километр длиннее, чем вблизи экватора, что характерно для эллипсоида — шара, сжатого у полюсов*.

К концу 1930-х годов градусная сетка была промерена почти на половине территории нашей страны. Это позволило советскому ученому Феодосию Николаевичу Красовскому (1878—1948) более точно определить размеры и фигуру земного эллипсоида: экваториальный радиус равен 6378,245 километра, полярный радиус — 6356,863 километра, сжатие — $1/298,3$, то есть на такую часть полярный радиус Земли короче экваториального.

Представьте себе, что на глобусе с поперечником 30 сантиметров решили изобразить сжатие земного шара. Тогда полярную ось глобуса пришлось бы укоротить на один миллиметр. Это так мало, что совершенно незаметно для глаза.

* Еще в конце XVII века Исаак Ньютон теоретическим путем пришел к выводу, что Земля под действием центробежной силы, которая возникает вследствие ее вращения вокруг оси, должна быть немного сплюснута у полюсов и вытянута вдоль экватора.

Советские геодезисты, исследуя результаты крупнейших градусных измерений, пришли к выводу, что Земля сжата не только вдоль оси вращения. Экваториальное сечение земного шара тоже отличается от правильной окружности. Правда, очень мало — на какую-то сотню метров. А если так, то наша планета не является правильным геометрическим телом — эллипсоидом. Напротив, фигура у нее оказалась сложная и очертания поверхности очень неровные, хотя суши почти в четыре раза меньше, чем воды. Что же в таком случае следует подразумевать под земной поверхностью?

Океаны и моря, сообщаясь друг с другом, образуют обширную водную гладь. Поэтому ученые условились принимать за поверхность планеты уровенную поверхность Мирового океана, находящегося в спокойном состоянии.

А как поступать в районах континентов? Что там считать поверхностью Земли?

Тоже уровенную поверхность Мирового океана, мысленно продолженную под всеми материками и островами.

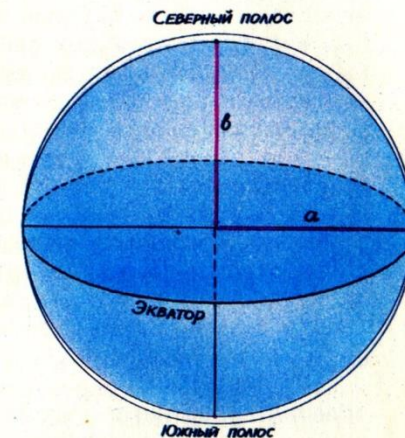
Вот эта «уровенная фигура», ограниченная поверхностью среднего уровня Мирового океана, была названа геоидом. Слово «геоид», или «земноподобный», специально придумано для названия фигуры Земли.

Казалось, что теперь ученым до малейших подробностей известны геометрические характеристики нашей планеты. Но нет: «веское слово» в геодезии предстояло сказать искусственным спутникам Земли.

* * *

Осень 1957 года... На еще неизвестном миру космодроме Байконур, затерявшемся в огромных просторах казахстанской степи, шла последняя подготовка к запуску первого искусственного спутника Земли. А за три тысячи километров от Байконура, во всемирно известной обсерватории — Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР, тоже готовились к эпохальному событию. Перед астрономами была поставлена задача: когда спутник выйдет на орбиту, наблюдать за его движением. И хотя еще никому не доводилось видеть рукотворную луну, пулковцы понимали: задача не из легких.

Прежде всего, спутник, подобно Луне и планетам, будет светиться не сам, а лишь отражать лучи Солнца. Поэтому увидеть



Земной эллипсоид; a — экваториальный радиус; b — полярный радиус; $\frac{a-b}{a}$ — сжатие;

его можно только в лучах вечернего заката или утренней зари, когда Солнце, находящееся неглубоко под горизонтом, будет освещать спутник. А так как он невелик и света отражать будет совсем мало, для его наблюдений потребуется светосильный инструмент.

Другая особенность спутника — стремительное движение среди звезд. За 2—3 минуты он должен «пробежать» по всему небосводу — от горизонта до горизонта. По этой причине обычный механизм слежения телескопа за звездами оказался непригодным. Пришлось конструировать совершенно иные механизмы и инструменты. В самое короткое время они были созданы. Это монокуляр для визуальных наблюдений и специальная светосильная фотокамера для фотографирования спутника на фоне звезд.

Решено было испытать новую аппаратуру в деле. В одну из звездных ночей состоялась «генеральная репетиция». Полет спутника имитировал реактивный самолет, летевший на большой высоте с включенными бортовыми огнями. Пулковцы все глаза проглядели — и никакого результата. Экая досада!

«Смотрели бы лучше», — подтрунивали над наблюдателями друзья.

В следующий раз — 4 октября — было не до шуток: над обсерваторией летел уже не самолет, а спутник — самый настоящий первый искусственный спутник Земли. Наблюдатели страшно волновались, а тут, как назло, испортилась погода. Небо заволочили серые тучи, и только на третью ночь проглянули звезды.

...По мере того как приближалось время появления спутника, пулковцы все более сосредоточенно вглядывались в небо. Наконец на юго-западе показалась летящая к зениту «звезда». Ее появление было встречено ликующим «Ура-а-а!...». Так повсюду земляне приветствовали советский спутник.

Чтобы каждый житель нашей планеты мог увидеть маленькую луну собственными глазами, в газетах и по радио ежедневно сообщалось время полета спутника над различными городами, странами и континентами. И стоило только спутнику появиться среди звезд, как все приходило в неописуемый восторг — прыгали от радости, поздравляли друг друга, громко скандировали: «Спут-ник! Спут-ник! Спут-ник!...»

Но наш первый спутник был не только материальным воплощением самых передовых научных идей, смелой конструкторской мысли, высочайшего мастерства советских рабочих. Он был еще и величайшим пропагандистом самых гуманных в мире идей — идей мира и коммунизма. На примере спутника люди всех стран получили «из первых рук» наглядное представление о стране Великого Октября в канун ее сорокалетия. Сорок лет... А какой непостижимый скачок: от сохи к звездам! За один день у нас появились миллионы новых друзей... Но вернемся в Пулково, где астрономы во всеоружии готовились к наблюдениям.

Восторженное настроение пулковцев быстро сменилось удивлением. Они ожидали увидеть слабую, едва заметную «звездочку», а спутник, вопреки расчетам, светился ярко, как Арктур и даже ярче Аркура. В чем дело? Почему он сияет, как звезда первой величины? Пока астрономы недоумевали, спутник пролетел над обсерваторией и, прочертив в небе остаток дуги, «погас» на северо-востоке, войдя в земную тень.

С загадкой «яркого спутника» столкнулись не только пулковцы, но и другие наблюдатели. Впрочем, она была раскрыта быстро и без особых затруднений. Вспомнили, что на околоземную орбиту выходит не только спутник, но и последняя ступень ракеты-носителя. Да, это была именно она, а слабый спутник следовало искать где-то впереди...

В следующую ночь его заметили, но и тут не обошлось без курьеза: спутник оказался не впереди, а позади ракеты... Почему?.. Почему ракета обогнала спутник? Как могло такое произойти?

Высоты, измеряемые сотнями километров, на которых обычно движутся искусственные спутники, — это и космос, и в то же время верхняя атмосфера Земли. И хотя она сильно разрежена — ее плотность в тысячи миллиардов раз меньше плотности воздуха, которым мы дышим, — она способна тормозить движущиеся в ней тела. Последняя ступень ракеты-носителя была много больше спутника и поэтому тормозилась быстрее. Теряя скорость, она быстрее спутника приближалась к Земле. А чем ближе к Земле, тем скорость еще больше. Вот и обогнала ракета спутник — вышла вперед.

Самодельная фотокамера пулковцев обладала малой светосилой, и слабые спутники не получались. Тогда кандидат физико-математических наук Лев Александрович Панаиотов предложил фотокамеру с движущейся фотопленкой. Особенность такого устройства позволяла накапливать лучи света, отражаемые искусственным небесным телом, в одной точке и одновременно отмечать точное время прохождения спутника среди звезд. Так были получены «автографы» нескольких маленьких «лун». А вскоре была выпущена серия отечественных фотокамер для фотографических наблюдений искусственных спутников Земли. Они работали по принципу, предложенному пулковским астрономом.

Фотографирование спутников среди звезд сразу же нашло практическое применение в геодезии, в создании космической триангуляции. В этом «астрономическом» варианте наземной триангуляции светящийся спутник представляет собой одну из вершин гигантского треугольника с основанием на земной поверхности. Наблюдения за спутником ведутся из точек А и Б, которые необходимо «связать», то есть определить между ними расстояние и направление.

Первое определение координат географического пункта с помощью спутников сделали в 1961 году пулковские астрономы.

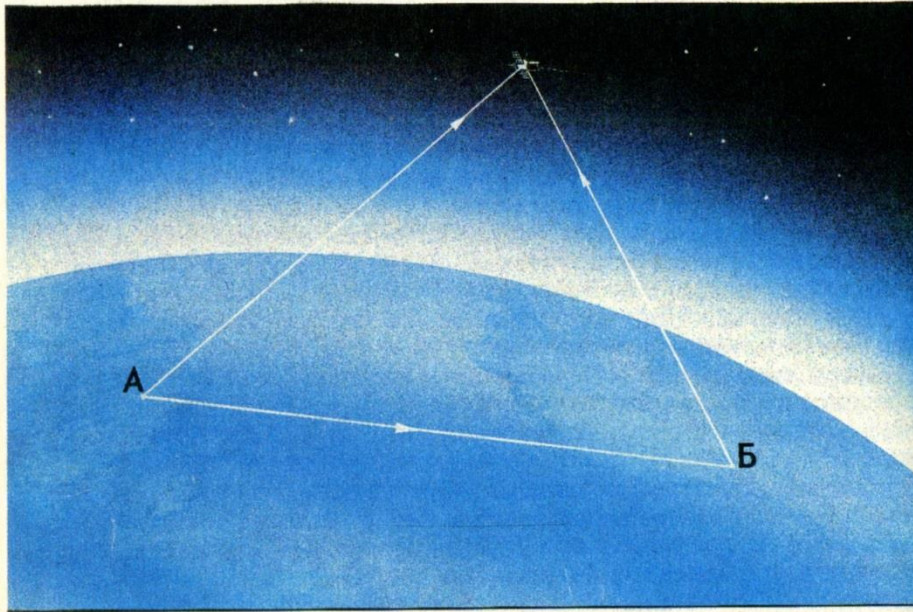


Схема космической триангуляции.

Чтобы «связать» два удаленных географических пункта, спутник одновременно фотографируется среди звезд. Кроме того, со станции А с помощью лазерного дальномера определяется расстояние до спутника. Эти данные позволяют вычислить направление и длину линии между пунктами А и Б, то есть установить между ними геодезическую связь.

В группу наблюдателей входили тогда молодые ученые-экспериментаторы Борис Алексеевич Фираго (1931—1981) и Дмитрий Евгеньевич Щеголев (1928—1988). В четырех советских обсерваториях — Пулкова, Николаева, Ташкента и Харькова — были проведены синхронные (одновременные) наблюдения спутников. За неизвестную обсерваторию условно приняли Харьковскую. Когда вычисления были завершены, оказалось, что ее положение удалось определить с ошибкой 47 метров. Для начала результат был неплохой — сравнимый с точностью наземных измерений.

Космическая триангуляция позволила решить исключительно важную проблему: привести координаты отдаленных пунктов земной поверхности к единой системе. Дело в том, что раньше геодезические сети развивали лишь в пределах материков, а между собой они не были связаны. Ведь на морях и океанах триангуляцию не построишь! Поэтому расстояния между материками были определены с недостаточной точностью.

Когда же появились спутники — эти «визирные цели» на большой высоте, — представилась возможность измерить большие расстояния и связать воедино триангуляции на разных кон-

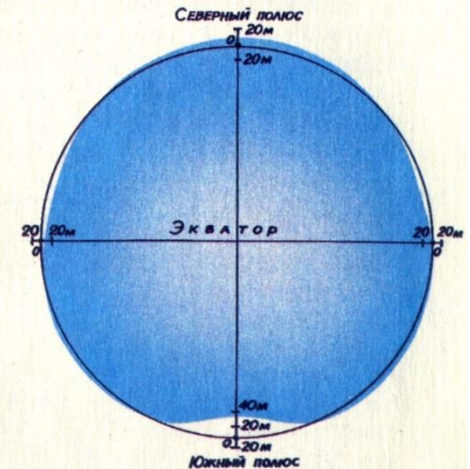
тинентах. Другими словами, спутники позволили построить глобальную геодезическую сеть и, следовательно, уточнить размеры и форму нашей планеты. По данным новейших измерений, экваториальный радиус Земли равен 6378,160 километра, полярный радиус — 6356,777 километра, сжатие — $1/298,25$, то есть разница между экваториальным и полярным диаметрами Земли составляет 42 километра 766 метров.

Теперь планетарная геодезическая сеть создается на более высокой технической основе. Для наблюдений спутников используются фотоэлектрические камеры и лазерная светолокация. В исследованиях участвуют около тридцати станций, расположенных в странах Европы, Азии, Африки и Южной Америки. Все они оснащены однотипными инструментами, изготовленными в Советском Союзе и Германской Демократической Республике. Высокоточная космическая триангуляция стала важным международным предприятием. Как же она осуществляется?

Путем фотографических наблюдений спутников определяются направления хорд, соединяющих станции наблюдений, и измеряются прилегающие к ним углы. На рисунке это направление АБ, а углы — при точках А и Б. Но для установления масштаба (размаха) сети необходимо еще измерить расстояния до спутника по крайней мере с двух станций. Самые надежные и точные результаты дают лазерные спутниковые дальномеры.

Науке о лазерах и лазерной технике всего четверть века, но, как заметил академик Анатолий Петрович Александров, «всякий мальчишка теперь знает слово лазер». Известно и то, что в лазерном луче сконцентрирована энергия чудовищной плотности, которая превышает плотность энергии ядерного взрыва. Остро-направленные лазерные световые импульсы можно передавать на космические расстояния, и этим процессом — лазерной локацией — можно управлять с помощью ЭВМ. Вот и решили заставить лазерный луч измерять расстояния до спутников.

Идея метода проста: световой импульс, посланный лазерным дальномером, достигает спутника и, отразившись от уголкового отражателя, покрывающих его поверхность, возвращается на



Представление об истинной фигуре Земли. В сечении по меридиану наша планета имеет слегка грушевидную форму. Пулковский ученый-астроном А. Н. Дадаев считает, что форма Земли напоминает хурму.

Отклонение формы Земли от математической фигуры эллипсоида для большей наглядности показано без соблюдения общего масштаба чертежа.

станцию наблюдений. Скорость света известна — 299 792 458 метров в секунду. Чтобы вычислить расстояние до спутника, требуется отметить интервал времени между моментами выхода и возвращения светового импульса. За счет сокращения длительности лазерного импульса и повышения точности регистрации прохождения луча до нескольких миллиардных долей секунды погрешность измерения не превышает 20—25 сантиметров.

В СССР лазерные спутниковые дальномеры работают на станциях наблюдений в Симензе, под Москвой, в Звенигороде и в других местах. Новый высокоточный дальномер устанавливается в Пулковской обсерватории. Всего же в мире существует несколько лазерных систем космического назначения.

Лазерные дальномерные исследования позволят ответить на вопросы, которые давно волнуют ученых: с какой скоростью дрейфуют земные континенты? Как изменяется со временем вращение нашей планеты? И наконец, лазерная локация искусственных спутников — это дальнейшее уточнение геометрических параметров Земли и ее гравитационного поля.

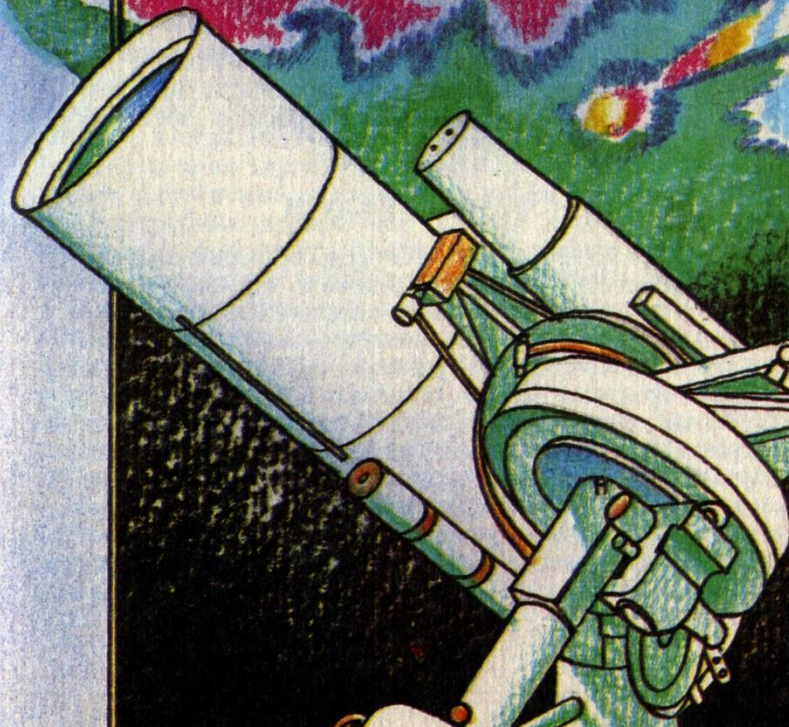
Если бы планета была правильным шаром, с равномерным распределением масс внутри, то спутник двигался бы вокруг нее по круговой орбите. Но отклонение формы Земли от шарообразной и неоднородность ее недр приводят к тому, что над различными точками земной поверхности сила притяжения неодинаковая. Изменяется сила притяжения — изменяется орбита спутника. И все, даже малейшие изменения в движении спутника — это результат гравитационного воздействия на него той или иной земной выпуклости или впадины, над которой он пролетает.

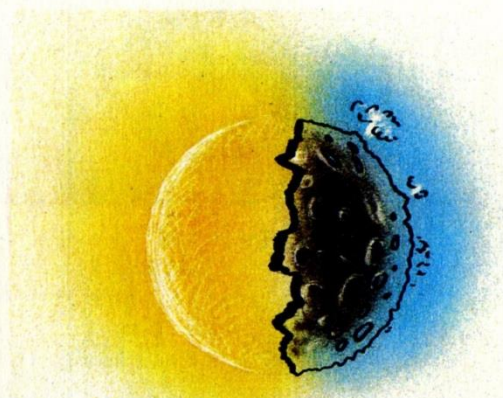
На основании спутниковых данных было получено представление об истинной фигуре Земли. Оказалось, что Северный полюс приподнят над плоскостью экватора, а Южный опущен, как бы вдавлен внутрь. Вот и получается, что в сечении по меридиану фигура Земли напоминает грушу. Земля преподнесла ученым еще один сюрприз, и, видимо, не последний.



6

И ЗВЕЗДЫ,
И СОЛНЦЕ,
И ЛУНА...





Из предыдущих глав вы узнали о том, как пулковские астрономы измеряют положения звезд на небесной сфере — определяют их координаты, как результаты таких измерений используются в науке и повседневной жизни. С появлением искусственных «звезд» последние тоже стали объектами точных наблюдений.

Теперь читателю предстоит познакомиться с достижениями пулковских ученых в области астрофизики — в изучении физической природы небесных тел.

Звездные радуги

В 1885 году в журнале Русского физико-химического общества была опубликована статья, вызвавшая огромный интерес читателей. Да и как было не заинтересоваться содержанием этой статьи, если в ней с научной достоверностью сообщалось о химическом составе Солнца и звезд.

Еще свежо было в памяти весьма категоричное заявление французского философа Огюста Конта (1798—1857): «Никогда и ни в коем случае нам не удастся изучить химический состав небесных тел», и вот, пожалуйста, человек уже распознал первые «кирпичики» солнечного вещества. А приоткрыв завесу к тайнам состава дневного светила, он сме-

лее устремил свою исследовательскую аппаратуру навстречу звездным лучам и тоже добился немалого успеха!

В те времена это казалось поразительным и даже невероятным. Действительно, разве можно узнать химический состав далеких небесных светил, не побывав хотя бы вблизи одного из них, не добыв и малейшего кусочка его вещества?

Тот, кто изучал физику, знает, что путешествовать за солнечным или звездным веществом нет никакой необходимости. Многие из того, что интересует астронома, могут рассказать лучи света, если их разложить в цветную полоску — звездную радугу...

На протяжении веков люди любовались радугой и не подозревали, что она станет ключом к познанию небесных тел, к раскрытию их физических свойств и химического состава. Как известно, радуга появляется во время дождя, когда из-за тучи проглянет Солнце и его лучи преломятся в дождевых капельках.

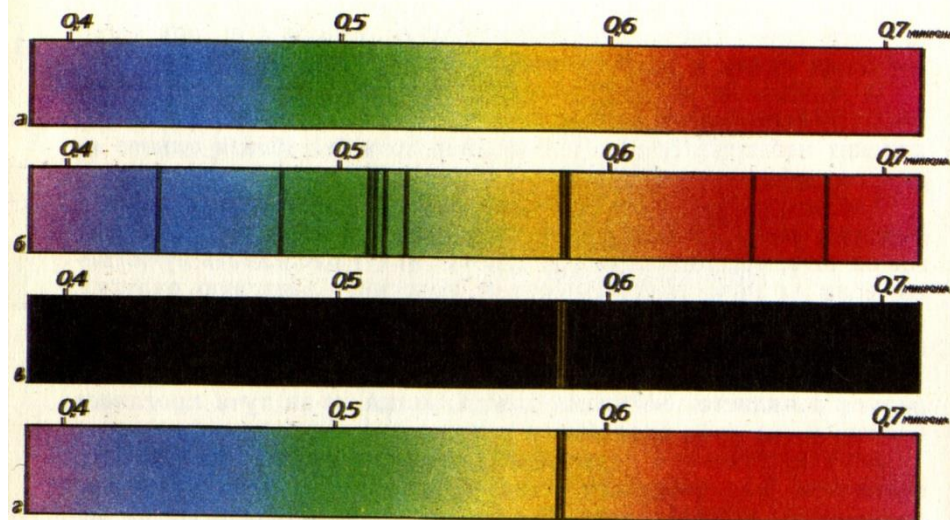
В искусственной — звездной — радуге разложение белого солнечного или звездного света на составные цвета (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый) достигается, например, с помощью призмы. Треугольная призма, этот прозрачный стеклянный клинышек — основная часть оптического прибора спектроскопа. А красивая радужная полоска, возникающая на экране, называется спектром, что по-русски означает — «видение».

Я не стану утомлять читателя описанием устройства спектроскопа и премудростями спектрального анализа, так как это изучается на уроках физики. И все же полезно кое-что вспомнить.

Если источником света является твердое или жидкое раскаленное тело, например нить электрической лампочки или расплавленный металл, то оно даст спектр в виде непрерывной радужной полоски с постепенным переходом цветов от красного к фиолетовому. Непрерывный спектр порождается также очень плотным светящимся газом.

Совсем иная картина получается, если в спектроскоп попадает свет, излучаемый разреженным газом (например, тем, что светится в трубках реклам) или раскаленными парами какого-либо металла. В этом случае спектр будет представлен в виде отдельных ярких цветных линий, разделенных темными промежутками.

Самое замечательное заключается в том, что каждый газ, каждый химический элемент дает свои, только ему одному присущие линии в спектре. Они могут быть похожими по цвету, но обязательно отличаются одна от другой своим расположением в спектральной полоске. Одним словом, спектр химического элемента — это его своеобразный «паспорт». И опытному спектроскописту достаточно лишь взглянуть на «набор» цветных линий, чтобы определить, какое вещество излучает свет. Следовательно, для определения химического состава светящегося тела нет никакой необходимости брать его в руки и подвергать непосредственным лабораторным исследованиям. Расстояния здесь, пусть даже



Спектры: а — белого света; б — Солнца; в — паров натрия, г — поглощения натрия.

космические, — тоже не помеха. Важно только, чтобы исследуемое тело было в раскаленном состоянии — ярко светилось и давало бы спектр. А как вы знаете, звезды представляют собой гигантские самосветящиеся газовые шары, и поэтому они как нельзя лучше подходят для изучения спектральным методом.

Но спектр ближайшей звезды — Солнца оказался совершенно непохожим ни на спектры раскаленных твердых тел, ни на спектры светящихся газов. Он имеет вид яркой радужной полоски, пересеченной множеством темных линий различной интенсивности. Впервые на них обратил внимание в 1814 году немецкий оптик Йозеф Фраунгофер (1787—1826)*, а спустя девять лет этот же ученый обнаружил подобные линии в спектрах звезд. Как потом выяснилось, это были еще неизвестные людям, полные глубочайшего физического смысла звездные письмена.

В 1854 году за их расшифровку принялись профессора Гейдельбергского университета Густав Кирхгоф (1824—1887) и Роберт Бунзен (1811—1899). Они обратили внимание на то, что в желтой части спектра Солнца и точно в том же месте, где в обычном спектре натрия «горят» его две желтые линии, расположена двойная темная линия. Значит, на Солнце имеются пары натрия. Но почему они порождают темные линии?

Загадка прояснилась, когда ученые занялись спектроскопическими исследованиями искусственного Солнца — яркого источ-

ника света. Сперва они навели на него свой спектроскоп и в окуляр прибора увидели сплошную радужную полоску. Затем на пути лучей света они поместили горелку и ввели в нее крупинку поваренной соли (молекула поваренной соли состоит из одного атома натрия и одного атома хлора). Тотчас в желтой части спектра появилась уже знакомая двойная темная линия, принадлежащая натрию...

То же самое происходит на Солнце. Натрий, находящийся в верхних раскаленных слоях светила, испускает свои желтые лучи, а пары менее раскаленного натрия в солнечной атмосфере поглощают их. Они как бы заслоняют собой лучи натрия, идущие от Солнца. Аналогичным образом в солнечной атмосфере происходит поглощение цветных лучей других химических элементов. При этом каждый элемент поглощает только те лучи, которые он сам способен испускать в нагретом состоянии.

Как вы уже знаете, натрий затемняет (поглощает) две желтые линии. Водород — красную, зелено-голубую и синюю. Гелий — две красные, одну желтую, одну зеленую, две зелено-голубые и три синие... Таким образом, исследуя спектр Солнца или какой-нибудь звезды, астроном имеет дело с темными линиями поглощения. Отсюда и спектры, содержащие не яркие линии, а их «тени», стали называться спектрами поглощения.

Линии поглощения в точности совпадают с линиями излучения данного газа. Именно благодаря этому по спектрам поглощения можно изучать химический состав Солнца и звезд. Установлено, что в их атмосферах преобладают водород и гелий.

Так во второй половине прошлого века на помощь астрономам пришел еще один очень важный метод исследований — спектральный анализ. Он убедительно подтвердил, что химический состав Земли, Солнца и звезд одинаков. Правда, на отдельных небесных телах некоторых химических элементов может быть больше или меньше, но нигде не было обнаружено присутствие какого-то особого «неземного вещества». Сходство химического состава небесных тел является одним из выражений материального единства Вселенной.

Спектральный анализ в содружестве с фотографией стал основой нового направления в развитии астрономической науки, получившего название астрофизики.

Астрофизика — большой отдел современной астрономии — занимается изучением физических свойств и химического состава небесных тел и межзвездной среды. Она разрабатывает теории строения небесных объектов и протекающих в них процессов. Одна из важнейших задач, стоящих сегодня перед астрофизикой, заключается в уточнении внутреннего строения Солнца и звезд и источников их энергии, в установлении процесса их возникновения и развития. И всей богатейшей информацией, поступающей к нам из глубин Вселенной, мы обязаны вестникам далеких миров — лучам света. Световой луч, принятый телескопом и прошедший

* На могиле Фраунгофера сделана короткая, но весьма выразительная надпись: «Приблизил звезды».



Аристарх Аполлонович Белопольский.

сквозь призму спектроскопа или спектрографа, позволяет астрофизикам определять не только состав звездных атмосфер, но и производить другие очень важные исследования.

Развитию астрофизики в Пулкове способствовал приход в 1888 году в обсерваторию крупного русского ученого Аристарха Аполлоновича Белопольского (1854—1934). Здесь он сорок шесть лет занимался спектральными исследованиями, которые принесли ему мировую известность.

Любовь к астрономии у Аристарха Аполлоновича удачно сочеталась с любовью к конструированию различных механизмов. Про таких людей говорят: «У него золотые руки». Получив в свое распоряжение 76-сантиметровый пулковский рефрактор, Белопольский начал с того, что приспособил к нему самодельный спектрограф — прибор для фотографирования спектров.

В то время было известно, что если какое-либо небесное тело, например звезда, приближается к нам, то спектральные линии (линии поглощения) должны быть смещены к фиолетовому концу спектра этой звезды. Если же звезда удаляется от Земли, то смещение линий будет происходить к красному концу спектра. Это явление теоретически было предсказано австрийским физиком Христианом Доплером (1803—1853). Опираясь на принцип Доплера, Белопольский сделал ряд важных научных открытий.

Все еще оставался нерешенным вопрос: куда и с какой скоростью движется та или иная звезда? Астрономы уже давно наблюдали собственные движения ближайших звезд в плоскости, перпендикулярной к лучу зрения. Но такие наблюдения не позволяли получить полное представление о движении звезды: не доставало скорости ее движения по лучу зрения — к наблюдателю или от него.

«А не расскажут ли нам об этой «незримой» скорости звездных спектры?» — думал Белопольский и решил попытаться счастья. Он понимал, что смещение линий поглощения должно быть настолько мало, что заметить его будет очень трудно. Даже если звезда движется относительно наблюдателя со скоростью

30 километров в секунду, то и тогда изменение длины волны света не превысит одного ангстрема, то есть одной стомиллионной доли сантиметра. И Белопольский принялся совершенствовать свой спектрограф, а улучшив его, стал фотографировать и измерять звездные спектры. Сдвиги спектральных линий действительно наблюдались!

Считая, что причина этих сдвигов — движение звезд, ученый вычислил их лучевые скорости. Оказалось, что одни из них приближаются к нам, как, например, Альтаир, Вега, Полярная, а другие — Альдебаран, Бетельгейзе, Капелла — удаляются. Скорости звезд были различные, но, как правило, составляли несколько десятков километров в секунду.

Впервые перед астрономами предстала картина пространственного движения звезд. Спектрограф Белопольского был первым звездным «спидометром»...

Еще знаменитый Вильям Гершель (1738—1822) обнаружил, что звезды, находящиеся у границы созвездий Геркулеса и Лиры, как бы расходятся в разные стороны от одной точки неба. А в диаметрально противоположной области, в созвездии Большого Пса, — сближаются. Подобное смещение звезд указывало на то, что Солнце, а вместе с ним и вся наша Солнечная система движутся относительно ближайших звезд в направлении созвездий Геркулеса и Лиры.

Анализ пулковских спектрометрических данных помог уточнить: Солнце движется со скоростью 19,5 километра в секунду в направлении, которое определяется координатами:

$$\alpha = 18 \text{ ч } 00 \text{ мин} = 270^\circ \\ \delta = + 30^\circ$$

На небесной сфере эта точка расположена вблизи звезды ϵ (омикрон) Геркулеса.

В 1784 году молодой английский астроном Джон Гудрайк (1764—1786) открыл переменность блеска звезды δ (дельта) Цфефея. Около 32 часов яркость этой звезды постепенно увеличивается, а затем 96 часов плавно уменьшается. Полный период изменения ее блеска совершается за 5 суток 8 часов 47 минут и 32 секун-

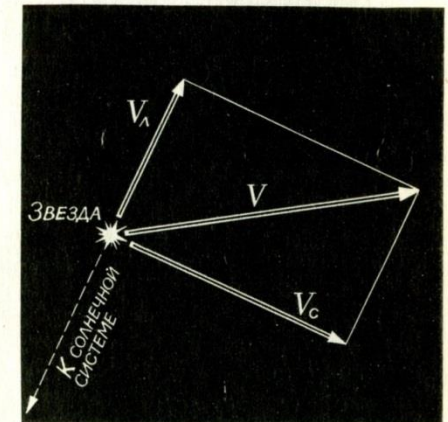


Схема определения пространственной скорости звезды при известном до нее расстоянии: V_r — лучевая скорость звезды; V_c — собственная скорость, выражаемая, как и лучевая скорость, в километрах в секунду. Ее можно вычислить, зная расстояние до звезды, то есть измерив ее параллакс. Полная пространственная скорость звезды относительно Солнца:

$$V = \sqrt{V_r^2 + V_c^2}.$$

ды, то есть за 5,366341 суток. В чем причина этих ритмичных колебаний?..

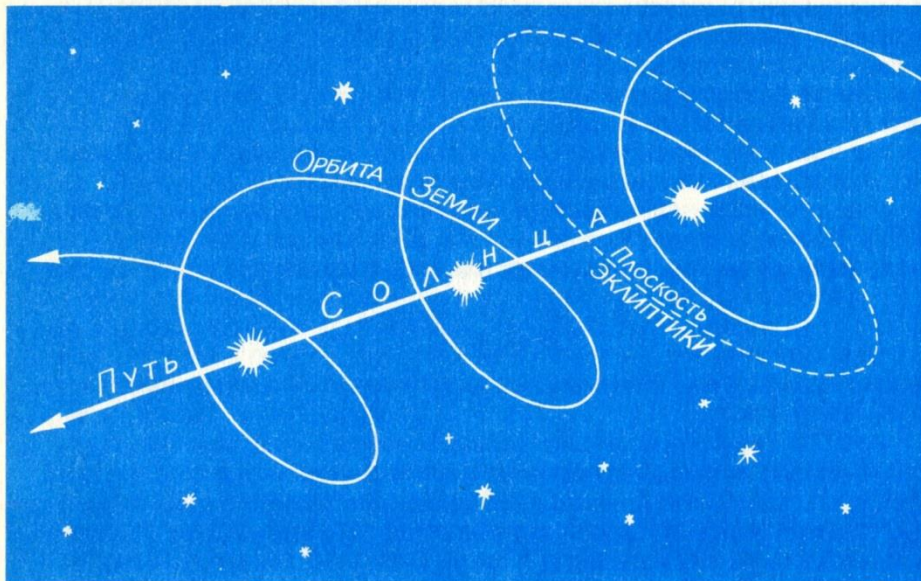
Аристарх Аполлонович Белопольский первым применил свой спектрограф для изучения δ Цефея. Он установил, что в период увеличения блеска звезда как бы приближается к Земле, а когда она меркнет — удаляется. На это указывали периодическое смещение спектральных линий и колебание лучевых скоростей звезды.

Правильное объяснение наблюдаемому явлению дал русский физик Николай Алексеевич Умов (1846—1915). Он высказал мысль, что смещение линий в спектре δ Цефея совсем не обязательно объяснять движениями самой звезды. Звезда может пребывать в относительном покое, и только ее оболочка периодически то расширяется, то сжимается, то есть звезда пульсирует.

В настоящее время открыто свыше 5 тысяч физически переменных звезд, подобных δ Цефея. Все они называются цефеидами. Считают, что пульсация цефеид происходит из-за неравномерного выделения энергии в недрах этих звезд.

Белопольский в своих исследованиях опирался на принцип Доплера. Однако по отношению к световым колебаниям справедливость этого принципа нуждалась в опытной проверке. Большинство же ученых вообще не верило в возможность постановки такого опыта. Еще бы! Смещение линий в спектрах небесных тел вызывается их движением с космическими скоростями. А разве

Схема движения Солнца и Земли относительно ближайших звезд.



Олег Александрович Мельников.



можно воспроизвести такие скорости в лаборатории? Казалось, нельзя...

Но как доверять тогда спектрограммам? Можно ли делать серьезные выводы о приближении или удалении звезд?

Белопольский придавал большое значение роли принципа Доплера в науке. Он смело предсказал, что именно этому методу исследования «будет принадлежать главная роль при решении глубоко космического вопроса о всеобщности ньютоновского притяжения и о свойствах межзвездного пространства»*. И как никто другой, он стремился дать экспериментальное доказательство принципу Доплера в применении к свету. С некоторых пор эта проблема постоянно занимала ум ученого — преследовала его на каждом шагу.

Однажды Аристарх Аполлонович отправился в Петербург. Справившись с делами, он зашел в парикмахерскую на Невском проспекте. Там на противоположных стенах салона висели зеркала. Взглянув в одно из зеркал, он увидел свое многократное удаляющееся изображение, и тотчас в его мозгу родилась идея...

По дороге в обсерваторию, сидя в своем экипаже, Белопольский уже обдумывал устройство будущего прибора. И хотя его конструкция еще не вырисовывалась, но ученый ясно представлял себе, что в нем он обязательно использует зеркала. Их будут вращать электрические моторы, а это позволит разогнать изображение источника света до космических скоростей. Ведь для опыта совершенно безразлично, что движется: источник света или его изображение...

Через несколько лет академик А. А. Белопольский сконструировал такой прибор. 10 июля 1900 года он поставил свой уникальный опыт. На одной пластинке было получено четыре спектра Солнца: два от движущихся зеркал и два, для сравнения, от неподвижных. Результаты измерений в точности совпали с данными теоретических расчетов. Принцип Доплера был блестяще подтвержден!

* Известия Русского астрономического общества, 1889, № 8—9, с. 413.

Спектроскопические исследования звезд на большом пулковском рефракторе были продолжены учеником А. А. Белопольского О. А. Мельниковым (1912—1982). С особым интересом Олег Александрович изучал пульсирующие цефеиды. Это было очень важно для оценок расстояний во Вселенной.

Дело в том, что цефеиды обладают замечательной особенностью: чем длиннее период пульсации звезды (период изменения блеска), тем больше ее светимость. Таким образом, по периоду изменения блеска, который можно установить прямыми наблюдениями, определяется светимость звезды — ее истинная яркость. Сравнивая эту яркость с видимым блеском звезды, можно определить расстояние до нее.

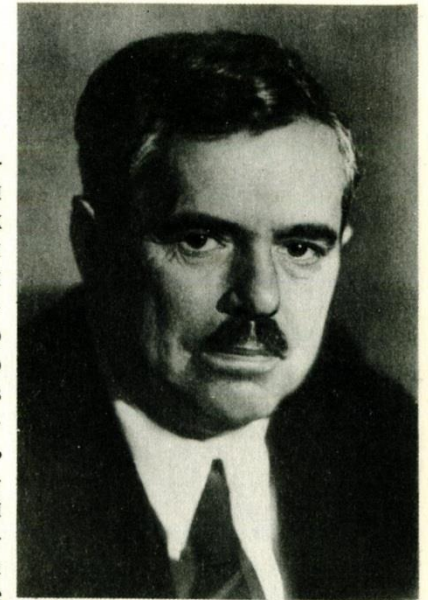
Цефеиды — звезды-сверхгиганты. Они имеют огромную светимость и видны с больших расстояний. Это позволяет обнаруживать их далеко за пределами нашей Галактики и определять расстояния до других звездных систем. Вот почему цефеиды нередко называют «маяками Вселенной». Они, подобно маякам, светят издалека и помогают исследователям «забрасывать звездный лот» в самые глубины мироздания. Но, чтобы надежно «промерить» видимую Вселенную, необходимо было знать точное расстояние хотя бы до одной ближайшей цефеиды, или, как говорят, требовалось произвести калибровку расстояния в абсолютных величинах, например в световых годах.

К сожалению, в окрестностях Солнца не оказалось ни одной подходящей для этой цели звезды. Даже до ближайшей — δ Цефея более 700 световых лет. Измерить такое большое расстояние параллактическим методом невозможно. И тут помогла спектроскопия. Был разработан и применен для нескольких цефеид новый метод определения расстояний — метод спектральных параллаксов. Эти цефеиды и стали опорными «верстовыми столбами» Вселенной.

Однако результаты исследований цефеид, выполненных в Пулкове, свидетельствовали, что принятая в мире шкала для измерения расстояний до галактик неверна. Она была явно занижена. А если так, то и масштабы обозреваемой Вселенной должны быть преуменьшены.

Дальнейшие работы по калибровке расстояний полностью подтвердили эти предположения. Межгалактические расстояния пришлось увеличить. Радиус наблюдаемой Вселенной оказался в два раза больше, чем считалось раньше. Так исследования пулковских ученых члена-корреспондента Академии наук СССР Олега Александровича Мельникова и его ученика кандидата физико-математических наук Виктора Семеновича Попова позволили улучшить способ измерения расстояний по «маякам Вселенной» — сделали его более надежным и точным.

Успех астрофизических исследований во многом зависит от условий наблюдений: чистоты и прозрачности воздуха, высоты небесного светила.



В Пулкове из-за значительной географической широты ($59^{\circ}46'$) звезды экваториальных созвездий, а нередко Луна и планеты бывают расположены над самым горизонтом. Такие наблюдения — сквозь протяженную толщу атмосферы — теряют свою научную ценность. Вот почему в области астрофизических исследований главная роль отводилась Симеизскому отделению Пулковской обсерватории. С установкой же в Симеизе метрового рефлектора эта южная обсерватория стала одной из наиболее оснащенных не только в стране, но и в Европе.

28 мая 1926 года на новом 102-сантиметровом рефлекторе был получен первый фотографический снимок звездного неба. Но основные наблюдения начались немного позже, после приспособления к телескопу спектрографа. С помощью этого прибора спектры звезд и газопылевых туманностей стали изучать Григорий Абрамович Шайн (1892—1956) и Владимир Александрович Альбицкий (1891—1952). За несколько лет Симеиз превратился в главную астрофизическую базу Пулкова. По словам дважды Героя Социалистического Труда академика Виктора Амазасповича Амбарцумяна, «Г. А. Шайн был наблюдателем, глубоко интересующимся теоретическим истолкованием явлений».

В 1950 году спектральные исследования академика Г. А. Шайна были отмечены Государственной премией СССР...

Почти все, что удалось узнать о звездах, было добыто с помощью спектрального анализа. Именно этому разностороннему методу современная астрофизика обязана своими главными успехами.

Очень важная характеристика звезды — ее температура. В первом приближении о температуре небесного светила можно судить по его цвету. Так, у красных звезд температура должна быть самая низкая. Она будет увеличиваться при переходе от красных звезд к оранжевым, затем к желтым, белым и, наконец, к голубоватым, то есть по мере того, как изменяется цвет светящейся поверхности накаляемого тела.

Спектроскопия позволила определить поверхностную температуру звезд с большой точностью. Интересуетесь, как это удалось

сделать? Все тем же способом — путем прочтения «тайнописи» звездных радуг.

Из физики вы знаете, что при высокой температуре молекулы различных веществ распадаются на атомы. Если же температуру повышать, то неизбежно наступает такой момент, когда атомы тоже начинают разрушаться: теряя электроны, они превращаются в ионы. А став ионами, они поглощают и излучают уже не те длины волн, к которым имели «привязанность» в нейтральном состоянии.

Исследуя интенсивность линий нейтральных атомов и ионов одного и того же химического элемента в спектре звезды, астрофизики определяют ее температуру. Температура поверхностного слоя большинства звезд заключена в пределах от 3000 до 25 000 градусов по шкале Кельвина (начало отсчета по этой шкале установлено от абсолютного нуля, то есть от минус 273 градусов Цельсия).

В 1965 году были открыты звезды, у которых основная часть излучения приходится на невидимую инфракрасную — тепловую часть спектра. Поверхностная температура этих звезд всего лишь около 1000°K.

Самыми горячими являются небольшие звезды, которые видны в центре так называемых планетарных туманностей. Их температура достигает 100 000°K.

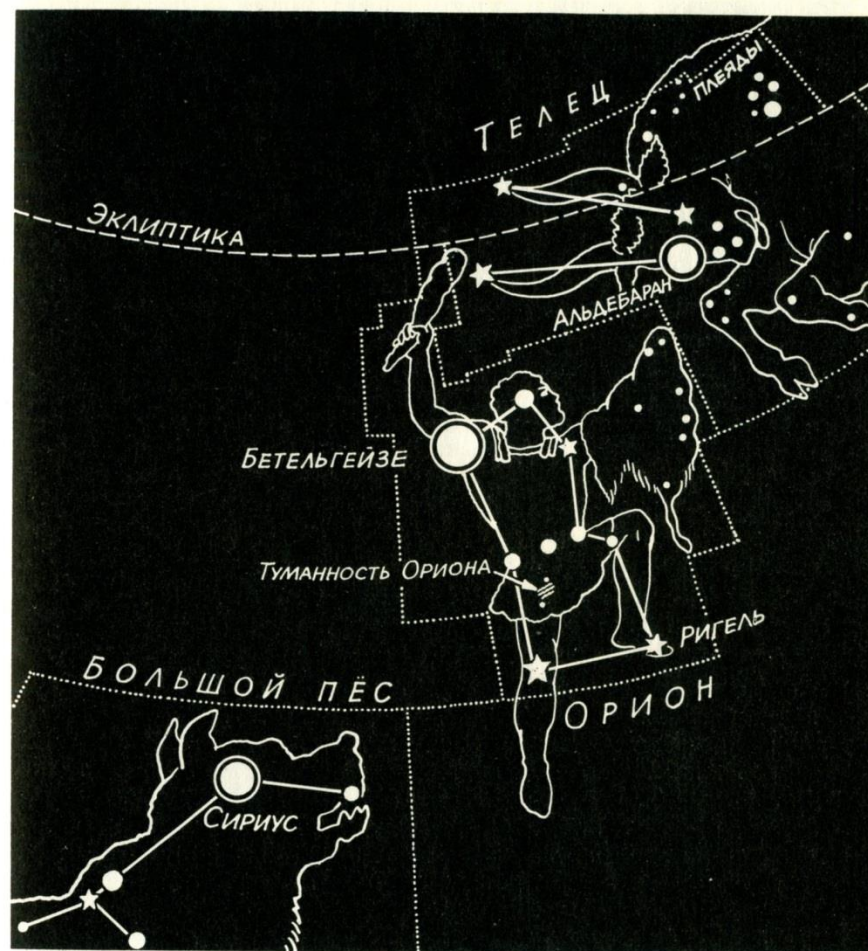
Атом находится в ионизованном состоянии до тех пор, пока ему не удастся поймать недостающие электроны и восстановить поредевшие электронные оболочки. Конечно, это проще сделать в уплотненном газе, где промежутки между атомами малы, а блуждающие электроны снуют поблизости.

Другое дело, если раскаленный газ разрежен. В таком газе ионы и электроны могут летать сколь угодно долго, не встречаясь друг с другом.

Как видите, степень ионизации атомов зависит не только от температуры, но и от плотности газа: в плотной среде ионизация затруднена. Стало быть, спектроскоп можно использовать не только в качестве термометра для измерения температуры поверхностных слоев звезд, но и в качестве барометра для определения плотности звездных атмосфер.

В многоликом мире звезд встречаются и такие, которые при первом знакомстве с ними кажутся очень похожими. Эти «близнецы» имеют одинаковую температуру, относятся к одному и тому же спектральному классу* и только форма линий в их спектрах почему-то разная. У одних звезд линии поглощения резкие и тонкие, у других — размытые.

* В зависимости от интенсивности линий различных химических элементов спектры звезд разделены на несколько спектральных классов. Такая классификация может служить для определения температуры и других физических характеристик звезд.



Сокровища зимнего неба.

Занимаясь спектроскопией ближайших звезд (с измеренными до них расстояниями и вычисленными размерами светил), ученые смогли разгадать и этот секрет. Оказалось, что резкие и тонкие линии образуются в звездах-гигантах с протяженными атмосферами малой плотности, а размытые линии принадлежат звездам-карликам с небольшими, но плотными атмосферами. Так спектроскоп получил еще одно применение — с помощью его стали определять размеры звезд...

Даже из того немногого, что было здесь сказано о спектральном анализе, читатель поймет: его возможности почти неисчерпаемы! Теперь пора познакомиться с некоторыми представителями удивительного мира звезд.

...Богато яркими светилами зимнее звездное небо. В необозримом космическом просторе они сияют подобно драгоценным алмазам. Особенно очаровывает наблюдателя созвездие Ориона.

В древнегреческой мифологии Орион — охотник-великан. В правом «плече» Ориона сияет красноватый Бетельгейзе — звезда-сверхгигант. К тому же она переменная — непрерывно пульсирует: ее радиус меняется от 730 до 1000 солнечных радиусов. Когда звезда «распухает», то ее объем становится больше объема Солнца в миллиард раз! А вот температура поверхностного слоя этой звезды, как у всех красных звезд, невысокая — 3100°K .

В левой «ноге» Ориона — бело-голубой Ригель — самая яркая звезда созвездия. Она находится от нас на расстоянии 1100 световых лет. Свет Ригеля, которым мы сейчас можем любоваться, покинул звезду еще при жизни киевского князя Олега, то есть в конце IX века.

Будь этот сверхгигант на таком же расстоянии от нас, как Солнце, он светил бы в 80 тысяч раз ярче нашего дневного светила и испепелил бы все живое на Земле. Температура поверхности Ригеля $12\,800^{\circ}\text{K}$.

Посредине Ориона видны три яркие звезды, расположенные на одной прямой. Они образуют «пояс» «небесного охотника». В ясные безлунные ночи под «поясом» даже невооруженным глазом можно заметить маленькое туманное пятнышко. Это туманность Ориона, которая не менее популярна, чем знаменитая туманность Андромеды.

Природа двух туманностей совершенно различна. Если туманность в Андромеде представляет собой самостоятельную звездную систему, очень похожую на нашу Галактику, то туманность в Орионе — гигантское облако чрезвычайно разреженного водорода внутри Галактики. Сто кубических километров этой газовой туманности имеет массу, равную примерно одному... миллиграмму! Даже в наилучших из вакуумов, достигнутых в лабораториях, плотность вещества в миллионы раз больше, чем в туманности Ориона.

Яркое свечение туманности возбуждается светом особых, очень горячих голубых звезд с температурой поверхности более $25\,000^{\circ}\text{K}$. Их излучение ионизует водород и другие газы, что и вызывает «холодное» — люминесцентное свечение. И если бы эти звезды вдруг угасли, то туманность Ориона тоже перестала бы светиться.

Древние наблюдатели изображали «небесного охотника» на своих звездных картах сражающимся с огромным рогатым Тельцом. «Глаз» у Тельца от ярости налился кровью. То испускает красноватый свет звезда-гигант Альдебаран.



Туманность Ориона.



Крабоподобная туманность.

Исторические летописи свидетельствуют, что 4 июля 1054 года в созвездии Тельца внезапно появилась ярчайшая звезда, которая по блеску превзошла Венеру и в течение трех недель была видна даже днем.

В настоящее время на том самом месте, где сияла «звезда-гостья», в телескоп видна расширяющаяся газовая туманность. Своими очертаниями она напоминает краба. Отсюда и произошло ее название — Крабовидная.

В центре туманности обнаружена очень слабая, но чрезвычайно горячая звезда. Можно считать, что это остаток сверхновой звезды. Ее взрыв и породил Крабовидную туманность. Расстояние до нее астрономы оценивают в 5500 световых лет.

Вы уже видели, что в отличие от Солнца и ему подобных звезд, имеющих постоянную температуру, размеры и светимость, у переменных звезд, таких, как δ Цефея или Бетельгейзе, физические характеристики подвержены изменениям. Из числа «небесных хамелеонов» особый интерес для астрофизиков представляют новые и сверхновые звезды.

Случается, что слушая радио или читая свежий номер газеты, мы неожиданно узнаем об открытии новой звезды. По большей части их открывают любители астрономии, а иногда и школьники. 21 февраля 1901 года ученик Киевской гимназии Андрей Борисяк открыл в созвездии Персея новую яркую звезду. Несколько часов спустя эту же звезду открыл английский астроном-любитель Томас Андерсон.

В конце февраля 1987 года из Копенгагена в Пулковскую обсерваторию пришла срочная телеграмма. Бюро астрономических сообщений Международного астрономического союза извещало советских астрономов о том, что в соседней галактике — Большом Магеллановом Облаке вспыхнула сверхновая звезда.

Первыми ее увидели в ночь с 23 на 24 февраля в Чили астрономы И. Шелтон и О. Духадл. Они фотографировали участок южного звездного неба и обнаружили на пластинке звезду, блеск которой возрастал. И независимо от этих ученых сверхновую заметил невооруженным глазом любитель астрономии из Новой Зеландии А. Джонс.

У некоторых может возникнуть недоуменный вопрос: откуда берутся на небе яркие новые звезды? Ведь все звезды, видимые невооруженным глазом и большинство телескопических, уже давным-давно сосчитаны, занесены в специальные каталоги и отмечены на звездных картах. К тому же каждая звезда — далекое светило, подобное нашему Солнцу. Возраст звезд определяется миллионами и миллиардами лет, и вполне понятно, что звезды не могут образоваться за несколько дней — расти, как грибы, прямо на глазах у людей. В чем же причина этого удивительного явления?

Как и следовало ожидать, новые звезды на самом деле не являются новыми. На photographиях звездного неба до их открытия

они обычно бывают видны в виде слабых звезд. Но вот совершенно внезапно звезда очень быстро начинает набирать блеск. За несколько дней он возрастает в десятки, в сотни тысяч раз, и тогда звезда появляется на небе в виде «новой».

В нашей Галактике в течение года вспыхивает до 200 новых звезд, но замечают из них лишь одну-две и то не ежегодно.

Значительно реже (один раз в несколько столетий) наблюдаются вспышки так называемых сверхновых звезд. Их блеск во время вспышки возрастает в миллиарды раз. Иными словами, сверхновая в период максимума блеска может светить так, как светят все звезды Галактики.

Данные наблюдений новых и сверхновых звезд свидетельствуют о том, что это — взрывающиеся звезды. У обычной новой взрыв происходит в ее поверхностных слоях, а вспышка сверхновой связана со взрывом в ее недрах, в результате звезда почти полностью погибает, превращаясь в расширяющуюся туманность. Крабовидная туманность в Тельце служит грозным напоминанием о той невообразимой катастрофе, которая постигла одну из звезд нашей Галактики около шести с половиной тысяч лет тому назад. Такие катастрофы следует отнести к числу самых грандиозных явлений, наблюдаемых во Вселенной. По масштабам выделяемой энергии они уступают только загадочным взрывным процессам, протекающим в ядрах галактик.

Последний раз вспышку сверхновой наблюдал Иоганн Кеплер (1571—1630). Было это в 1604 году, 10 октября. И вот по прошествии почти четырех столетий мы стали свидетелями очередной грандиозной вспышки. Ученые-астрофизики впервые получили возможность исследовать сравнительно близкую сверхновую чуть ли не с момента ее рождения. (Все предыдущие галактические сверхновые появлялись до изобретения телескопа.) Поэтому сообщение о вспышке звезды в Большом Магеллановом Облаке вызвало подлинную научную сенсацию. По словам директора Пулковской обсерватории Виктора Кузьмича Абалакина, «сверхновая затмила сейчас все...».

Тщательный анализ фотографий участка звездного неба, сделанных за два дня до появления сверхновой, показал, что на ее месте была видна слабая звездочка, оказавшаяся голубым сверхгигантом. Уже одно это заинтриговало исследователей. Ведь согласно современной теории взрываться должны красные гиганты. А тут голубой, да еще сверхгигант! Может ли быть такое?..

Начались дискуссии. Заново произвели расчеты, моделирование. Оказалось, что не исключена и такая ситуация, которая может привести к взрыву именно голубой сверхгигант. Хорошо, что подобного рода взрывам подвержены немногочисленные звезды и наше Солнце к ним не принадлежит.

Вторая загадка сверхновой — в необычности изменения ее блеска. На сегодняшний день в каталогах отмечено около 500 сверхновых, наблюдавшихся в далеких галактиках. Достигнув за

несколько дней максимального блеска, они медленно угасали... Сверхновая же в Большом Магеллановом Облаке увеличивала свой блеск в течение трех месяцев. Причем каждую секунду ее светимость возрастала по меньшей мере на целую светимость Солнца.

Ученые подсчитали, что при взрыве предсверхновой звезды в Магеллановом Облаке выделилась энергия, равная десяти в пятьдесят третьей степени эргам. Цифра поистине ошеломляющая! Но человеку, далекому от физики, она не может служить мерилom для оценки всей грандиозности события. Поэтому нагляднее сравнение: чтобы излучить такое же количество энергии, нашему Солнцу потребовалось бы светить без устали 800 миллиардов лет!

По оценкам специалистов, масса взорвавшегося сверхгиганта была заключена в пределах от 10 до 25 солнечных масс. В момент взрыва почти все вещество звезды было выброшено в космическое пространство, и еще многие поколения астрономов будут наблюдать остатки сверхновой в виде расширяющейся газовой туманности...*

К юго-востоку от Ориона расположено созвездие Большого Пса. В нем сияет Сириус — самая яркая звезда на небе. Ее незаурядный блеск объясняется сравнительной близостью к нам. Свет от Сириуса преодолевает расстояние до Солнечной системы примерно за девять лет.

В отличие от Солнца Сириус — звездная пара. Спутник Сириуса оказался совсем миниатюрной звездой: по диаметру он только в три раза больше Земли. Зато по массе «малыш» почти не уступает Солнцу. Вот и получается, что средняя плотность вещества этого удивительного спутника в 40 000 раз больше плотности воды.

Такие небольшие по размерам, но чрезвычайно плотные и горячие звезды были названы белыми карликами.

Легко представить себе необыкновенную разреженность звезд красных гигантов, таких, как Бетельгейзе. Воздух примерно в 800 раз легче воды. Один его литр при комнатной температуре весит 1,2 грамма. А вещество Бетельгейзе почти в миллион раз разреженнее воздуха. Внутри такой звезды можно было бы чувствовать себя как в безвоздушном пространстве, если бы не испепеляющая температура... Но как уяснить структуру того диковинного вещества, из которого состоят белые карлики?

* Учитывая особую важность изучения сверхновых для познания природы и эволюции звездных миров, при отделении общей физики и астрономии Академии наук СССР было принято решение о проведении систематических наблюдений сверхновой в Большом Магеллановом Облаке советскими астрономами в Боливии (с 1982 года там работает экспедиция Пулковской обсерватории). Материалы наблюдений сверхновой регулярно посылаются в Пулково, Главную астрономическую обсерваторию нашей страны, и в Академию наук СССР.

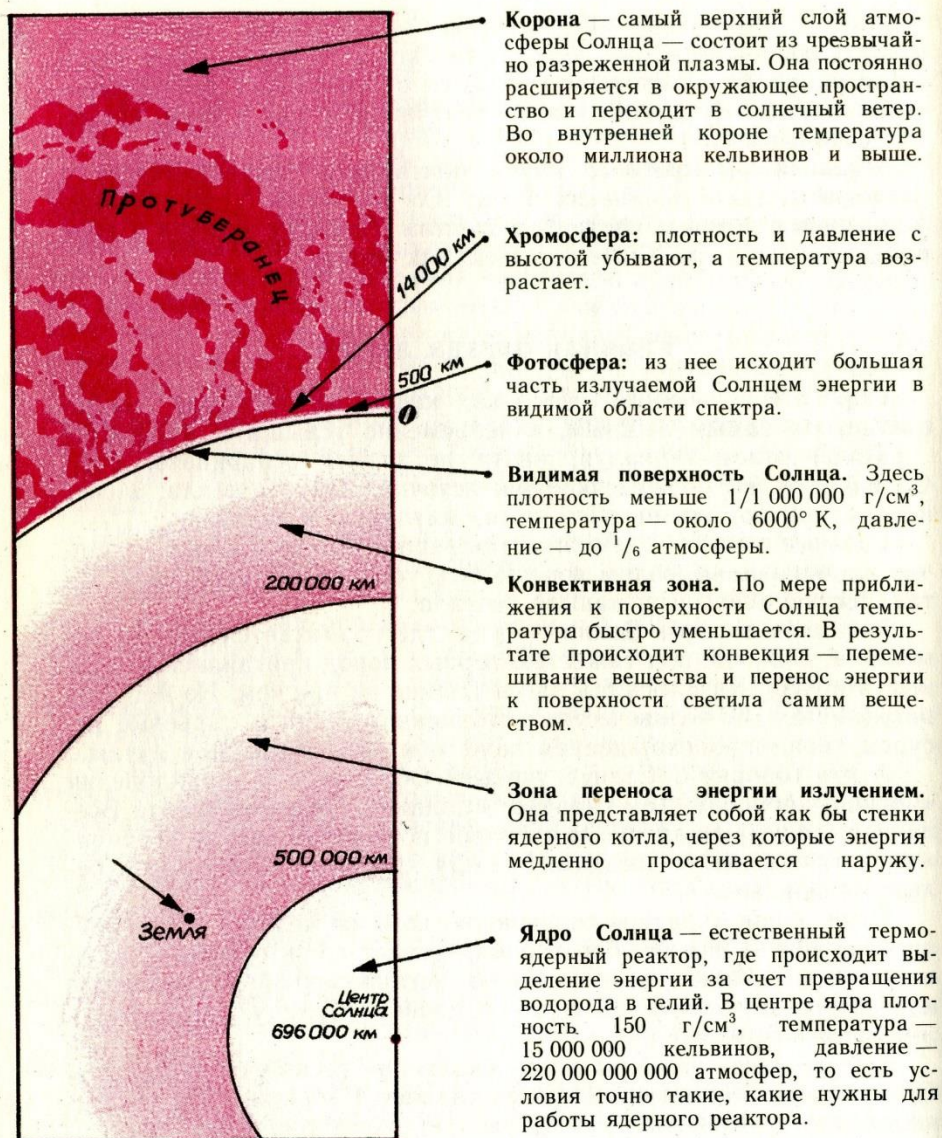


Схема строения Солнца и его атмосферы. Для сравнения показаны размеры Земли.

вышает объем земного шара в 1 миллион 300 тысяч раз, а масса (количество заключенного в нем вещества) в 333 тысячи раз больше массы Земли. Отсюда получается, что средняя плотность солнечного вещества в четыре раза меньше средней плотности земного и равна 1,4 грамма на кубический сантиметр.

Спектроскопические исследования позволили астрономам выяснить химический состав Солнца. Из девяноста двух элементов, встречающихся в природе, в атмосфере светила обнаружено семьдесят два. Львиную долю — 71 процент солнечной массы — составляет водород, 27 процентов — гелий и около 2 процентов — другие элементы. Как видите, Солнце — типичная водородная звезда.

Чтобы иметь представление о состоянии солнечного вещества и протекающих на Солнце процессах, необходимо знать его температуру. Изучая распределение энергии в спектре светила, ученые установили, что температура его поверхностных слоев — около 6000°K . Шесть тысяч градусов Кельвина — это и есть та температура, при которой установилось и поддерживается равновесие между энергией, вырабатываемой внутри Солнца, и энергией, излучаемой им в космическое пространство. При такой температуре любое вещество находится на Солнце в газообразном состоянии, а атомы некоторых химических элементов ионизованы.

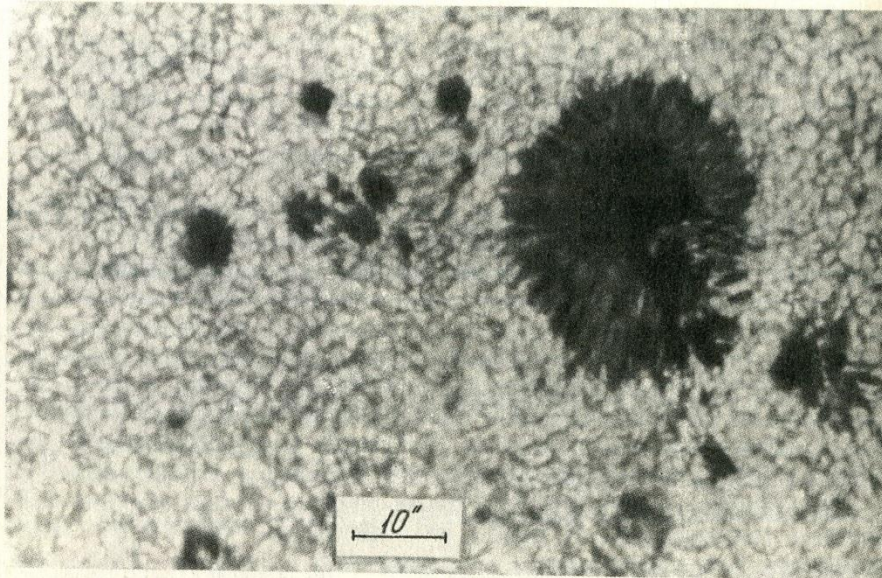
Не следует думать, что есть какая-то одна «самая точная» солнечная температура. И чтобы ее определить, достаточно лишь повысить чувствительность спектральных приборов. Такое небесное тело, как Солнце, не может иметь одинаковую температуру даже в пределах одного слоя. Расчеты, основанные на измерениях температуры в солнечной атмосфере, показали, что по мере проникновения в недра светила температура должна быстро возрастать (в центре солнечного шара — 15 миллионов градусов!), а вместе с повышением температуры должна увеличиваться ионизация солнечного вещества.

Наши читатели уже знают, что Солнце — звезда, раскаленный плазменный шар. А коли так, то у него, в отличие от Венеры, Земли, Луны и им подобных планет, не может быть никакой поверхности.

Наружные слои гигантского светила постепенно переходят в разреженную атмосферу. Последняя состоит из трех слоев: фотосферы, хромосферы и короны, которые отличаются друг от друга не только температурой, но и плотностью вещества и происходящими в них физическими процессами.

Фотосфера, или светящаяся сфера, — это самый нижний слой солнечной атмосферы — то, что воспринимается земным наблюдателем как «поверхность» Солнца с температурой около 6000°K . Толщина фотосферы — примерно 500 километров, а глубже солнечная плазма для непосредственных наблюдений непрозрачна.

Если внимательно посмотреть на Солнце в телескоп, предварительно ослабив его ослепительный свет диафрагмой и темным светофильтром (иначе можно ослепнуть!), то нетрудно заметить, что фотосфера неоднородна. Она состоит из множества светлых овальных облачков — гранул, разделенных темными и узкими промежутками. Внешне гранулы напоминают разваренные рисовые зерна. Прямо на глазах они то возникают, то исчезают — ве-



Фотосфера Солнца. Видны гранулы и пятна. Снимок сделан пулковским астрономом Л. Д. Парфиненко с помощью солнечного телескопа «Памир».

щество фотосферы в непрерывном движении. Иногда же промежутки между гранулами увеличиваются, и там появляются... темные пятна. Вблизи края солнечного диска они наблюдаются в окружении факелов — ярких волокнистых образований, более ярких, чем фотосфера.

Количество пятен на Солнце непрерывно меняется. Годы максимума пятен повторяются в среднем через одиннадцать лет.

Над желто-белой фотосферой расположен более горячий и более разреженный слой солнечной атмосферы, называемый хромосферой. Она простирается на высоту до 14 тысяч километров.

Хромосфера бывает видна во время полных солнечных затмений в виде огненного колечка вокруг темного диска Луны. Над ней в отдельных местах вздымаются исполинские фонтаны раскаленного газа — протуберанцы. А так как большая часть излучения хромосферы и протуберанцев приходится на красную спектральную линию водорода, то они имеют характерный красный цвет.

Самый верхний слой атмосферы Солнца — это жемчужно-серебристая корона. Вещество короны почти полностью прозрачно, светится очень слабо, и поэтому на фоне светлого неба корона не видна.

В настоящее время созданы специальные приборы, позволяющие наблюдать верхние слои атмосферы дневного светила в лю-

бой ясный день. Однако самые лучшие условия для наблюдений короны складываются только в короткие минуты полных солнечных затмений.

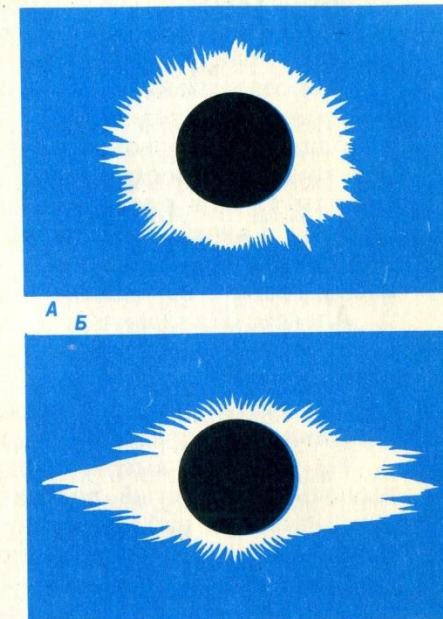
Важных результатов в гелиофизике — в изучении физики Солнца — удалось достичь ученым Пулковской обсерватории. Первые шаги в познании лучезарного светила сделал еще в конце прошлого века Алексей Павлович Ганский. В 1896 году он участвовал в экспедиции на Новую Землю для наблюдения полного солнечного затмения и получил весьма удачные фотографии солнечной короны.

Даже в наше время корона, окружающая дневное светило, представляет для исследователей очень сложный объект, а тогда она была сплошной загадкой. Тщательно изучив свои снимки и сопоставив их с данными предшествующих наблюдений, Алексей Павлович сделал открытие. Он установил, что форма солнечной короны зависит от количества пятен на Солнце и периодически изменяется в течение одиннадцатилетнего цикла солнечной активности.

Когда пятен на Солнце много, корона окружает солнечный диск в виде лучистого ореола и по силе блеска значительно превосходит полную Луну. С уменьшением количества пятен корона начинает отступать от полюсов светила к экватору, а ее блеск ослабевает. И наконец, когда пятен совсем мало, корона сильно вытягивается вдоль солнечного экватора и становится похожей на крылья бабочки. Тогда ее блеск не превосходит блеска Луны.

Опираясь на свою теорию, Ганский попытался предсказать форму короны для затмения 1900 года и ряда других затмений. Предсказания полностью подтвердились. Алексей Павлович установил, что лучи короны особенно велики в тех местах, где из-за лунного диска выступают протуберанцы. А это означало, что форма и вид короны зависят не только от количества солнечных пятен, но и от других явлений, происходящих на Солнце.

Ганский всегда понимал, что наилучших результатов в изучении Солнца можно достичь, если работать в высокогорной обсерватории. Наблюдения с горных вершин хороши тем, что самые



Изменение формы солнечной короны: а — когда пятен на Солнце много; б — когда пятен мало.

запыленные и плотные слои воздуха остаются внизу и не мешают астроному видеть то, что недоступно для него в обсерватории на равнинной местности. Но в России ни одной астрономической обсерватории в горах не было. Нельзя было и надеяться на постройку такой обсерватории, так как царское правительство не отпускало на это денег.

В 1893 году знаменитый французский астроном Пьер Жюль Сезар Жансен (1824—1907) — один из основоположников спектрального анализа и изобретатель метода наблюдений солнечных протуберанцев вне затмений — основал астрофизическую обсерваторию на Монблане, на высоте 4810 метров над уровнем моря. Однако эта обсерватория бездействовала: не находилось астронома-смельчака, который смог бы преодолеть все трудности восхождения на высочайшую вершину Западной Европы да еще отважился бы там работать.

А. П. Ганский, мечтавший о высокогорной обсерватории, был рад приглашению Жансена, решившего предоставить своему русскому коллеге возможность вести наблюдения на Монблане.

Алексей Павлович несколько раз покорял заснеженную вершину; подобного успеха удавалось достичь немногим альпинистам. Но он был ученым и совершал восхождения не ради спортивных достижений, а с научными целями. И после каждого восхождения ему предстоял еще нелегкий труд исследователя.

На большой высоте в разреженной атмосфере было трудно дышать, зато чистый, прозрачный воздух способствовал уникальным опытам и наблюдениям. Здесь ученый наблюдал солнечную корону, занимался определениями солнечной постоянной...

Солнечная постоянная — это полное количество энергии, получаемой от Солнца в течение одной минуты одним квадратным сантиметром поверхности, расположенной перпендикулярно к солнечным лучам на границе земной атмосферы, при среднем расстоянии Земли от Солнца. Из ряда наблюдений Ганский вывел значение солнечной постоянной. По современным уточненным данным, она равна 1,99 малой калории.

Знание этой величины очень важно для астрономии, так как позволяет определить мощность солнечного излучения — количество энергии, ежесекундно излучаемой Солнцем. Не забывайте, что наше светило служит мерой для определения светимости других звезд. Испускаемый Солнцем свет — это как бы одна «звездная свеча».

Давайте сделаем расчет: определим излучение Солнца. Для этого энергию, падающую в течение одной секунды на один квадратный сантиметр (1/60 часть солнечной постоянной), умножим на число квадратных сантиметров на поверхности сферы с радиусом, равным среднему радиусу-вектору земной орбиты, то есть 149 600 000 километрам, или $1,496 \cdot 10^{13}$ сантиметрам. Получим:

$$\frac{4\pi (1,496 \cdot 10^{13})^2 \cdot 1,99}{60} = 9,33 \cdot 10^{25} \text{ кал/сек.}$$

Исходя из соотношения

$$1,99 \text{ кал/ (см}^2 \cdot \text{мин)} = 1,388 \cdot 10^6 \text{ эрг/ (см}^2 \cdot \text{сек)} \approx 0,14 \text{ Вт/см}^2,$$

имеем:

$$3,90 \cdot 10^{33} \text{ эрг/сек, или } 3,9 \cdot 10^{26} \text{ Вт.}$$

Такова мощность полного излучения Солнца.

Из колоссального потока солнечной энергии Земля перехватывает менее одной двухмиллиардной доли. Но из того, что попадает на нашу планету, почти половина отражается обратно в межпланетное пространство...

Исследования Ганского на Монблане во многом способствовали развитию научных представлений о Солнце. Время от времени он приезжал в Пулково, чтобы сообщить о результатах своих изысканий. В Пулкове тогда в шутку говорили, что видят Ганского только в двух случаях: когда он здоровается или когда он прощается.

За важные научные исследования и открытия мужественного русского астронома Алексея Павловича Ганского французское правительство наградило орденом Почетного легиона.

В 1905 году Ганский окончательно возвратился из «заоблачной экспедиции» в Пулковскую обсерваторию, где продолжал наблюдать Солнце. Выступая перед учеными, он горячо доказывал необходимость создания астрофизической обсерватории на юге России. Мечта Алексея Павловича уже была близка к осуществлению, когда трагически оборвалась его жизнь.

...В Крыму на старом кладбище в Алупке сохранилась черная мраморная плита. На ней высечена надпись: «Алексей Павлович Ганский. 1870—1908». Но, пожалуй, лучшим памятником талантливому пулковскому астроному являются те успехи, которых добились советские гелиофизики в изучении Солнца — главной звезды людей.

* * *

Солнце — неукротимая стихия плазмы. Беспокойные гранулы и загадочные пятна, огненная хромосфера и лучистая корона, причудливые протуберанцы и внезапные мощные вспышки — все это многообразные плазменные процессы, протекающие в мире гигантского светила. От их хода зависят многие глобальные явления в жизни нашей планеты. Только проникновению в тайны физики Солнца и расшифровке сложнейших солнечно-земных связей сильно препятствует воздушная оболочка Земли. Она не только поглощает всю коротковолновую часть солнечного спектра и значительную долю инфракрасного излучения, несущих исключительно важные научные данные о лучезарном светиле.

С развитием ракетно-космической техники появилась возможность выносить телескопы и астрофизические приборы далеко за пределы земной атмосферы — в открытый космос. Так на ор-



Владимир Алексеевич Крат.

битальной станции «Салют-4» экипажи советских космонавтов производили спектрографирование Солнца с помощью орбитального солнечного телескопа, специально сконструированного для работы на «Салюте». Но подъем в космос крупных телескопов — задача все же не из легких...

Зато пулковские гелиофизики, осуществляя идею А. П. Ганского, успешно наблюдают Солнце в большие телескопы из... стратосферы. Достаточно сказать, что диапазон исследования солнечного спектра расширяется там более чем в сто раз. А это значит, что стратосферные наблюдения по своей научной ценности почти не уступают исследованиям, выполненным в «чистом» космосе. Их зачинателем был член-корреспондент Академии наук СССР, бывший директор Пулковской обсерватории Владимир Алексеевич Крат (1911—1983).

1 ноября 1966 года можно считать днем рождения советской стратосферной астрономии. В тот памятный день отправилась в полет первая советская стратосферная астрономическая станция. Впрочем, разнообразие приборов, установленных на станции, дает полное право называть ее не просто станцией, а обсерваторией.

Стратосферная солнечная обсерватория была поднята на высоту двадцати с половиной километров стратостатом с объемом оболочки около 100 тысяч кубических метров. На ее борту находились 50-сантиметровый телескоп, спектрограф, фотокамера, позволявшая получать изображение диска Солнца поперечником в 115 сантиметров, и другая аппаратура.

Специальное телевизионное устройство передавало изображение Солнца на наземные станции слежения и управления полетом. И хотя обсерватория работала в автоматическом режиме, пулковские астрономы могли выбирать для наблюдений те объекты, которые их интересовали.

Стратосферная астрономическая обсерватория — это обсерватория многократного использования. После выполнения програм-

мы наблюдений она приземлялась на парашюте, а затем ее готовили в новые полеты.

Доставленные обсерваторией на Землю фотоснимки солнечной фотосферы обладают высоким разрешением и изобилуют многими подробностями. Если на лучших наземных пулковских фотографиях (сделанных А. П. Ганским) обнаруживаются гранулы поперечником около 300 километров, то на снимках, полученных в стратосфере в 1970 году, впервые удалось проследить детали размером меньше 150 километров. Так было установлено, что поле грануляции состоит из более мелких «зерен», а это позволяет объяснять природу данного явления совершенно с других научных позиций.

Согласно распространенной гипотезе гранулы — это вершины горячих конвективных потоков, проникающих в фотосферу из внутренних, более разогретых слоев светила. Иными словами, их порождают вихревые движения солнечного вещества, совершающиеся внутри Солнца.

Но, как вы знаете, солнечное вещество — плазма. К тому же светило обладает сложным магнитным полем, а оно препятствует движению вещества поперек силовых линий. Позволительно спросить: могут ли в подобной ситуации совершаться вихревые движения?..

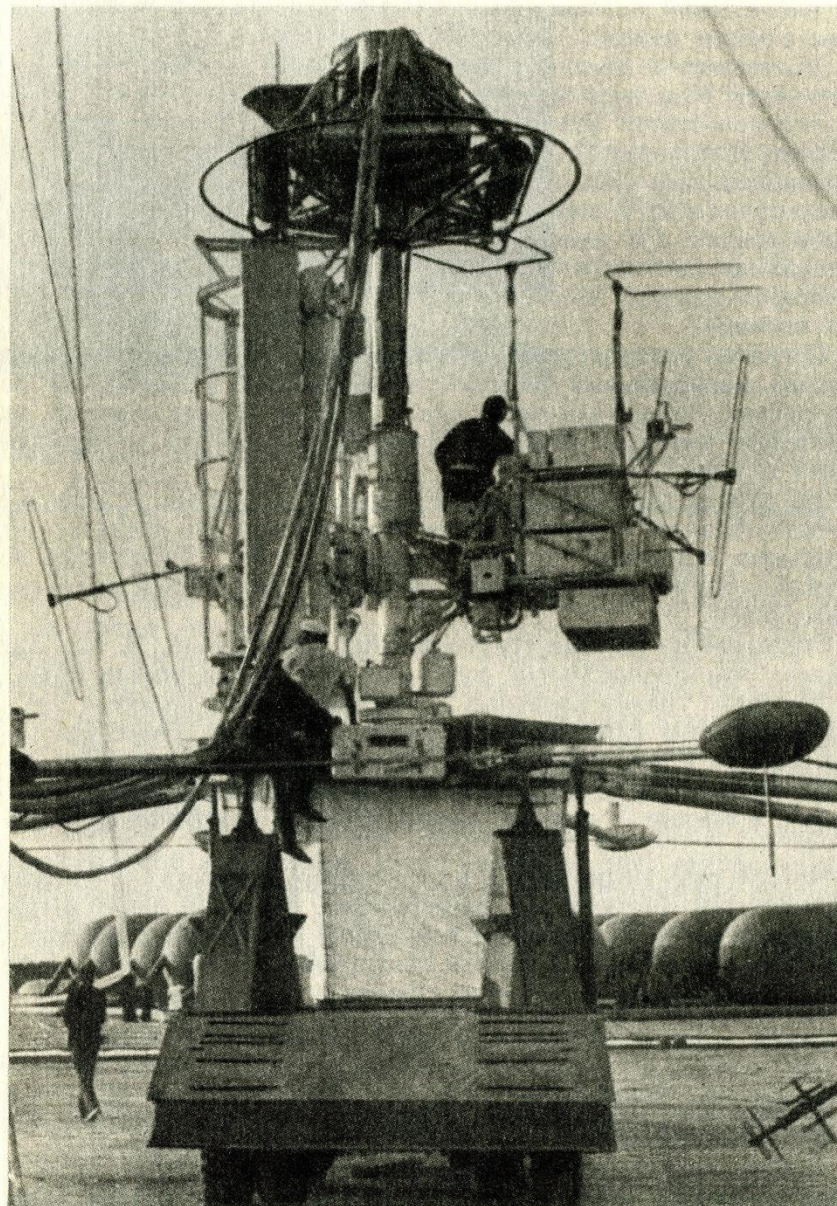
Опираясь на данные стратосферных наблюдений, В. А. Крат считает, что «зернистость» солнечной фотосферы можно объяснить с точки зрения волновых движений, причем вместе с плазмой колеблются силовые линии магнитного поля. Такие колебания создают в фотосфере волны. Ученый образно сравнивает явление грануляции с волнением в океане: светлые места — это гребни, а темные — провалы между волнами солнечной фотосферы.

Четыре раза поднималась в стратосферу советская солнечная обсерватория. В последнем эксперименте работала новая 8-тонная конструкция, оснащенная телескопом с диаметром зеркала в один метр. Это самый большой инструмент, который когда-либо использовался для наблюдений Солнца в стратосфере.

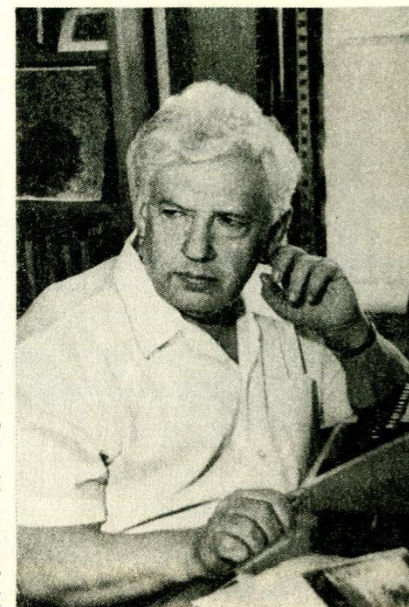
* * *

Пулковские гелиофизики исследуют Солнце и всеми наземными методами.

С развитием телескопической астрономии к дневному светилу стали проявлять повышенный интерес многие наблюдатели. Одни «впивались» своими трубами в солнечные пятна, другие увлекались протуберанцами, третьи, отдавая предпочтение короне, снаряжали экспедиции в районы предстоящих полных солнечных затмений, порой за тридевять земель, и часто из-за превратностей погоды возвращались ни с чем. К тому же все эти наблюдения велись от случая к случаю и не были связаны между собой.



Стратосферная солнечная обсерватория перед запуском.



А ведь для понимания процессов, протекающих на Солнце, требовалось установить непрерывное слежение за великим светилом, научиться сопоставлять и анализировать полученные результаты. Одним словом, нужна была обсерватория нового типа, и строить ее следовало в горах, где небо темнее, меньше рассеянного света и можно наблюдать солнечную корону.

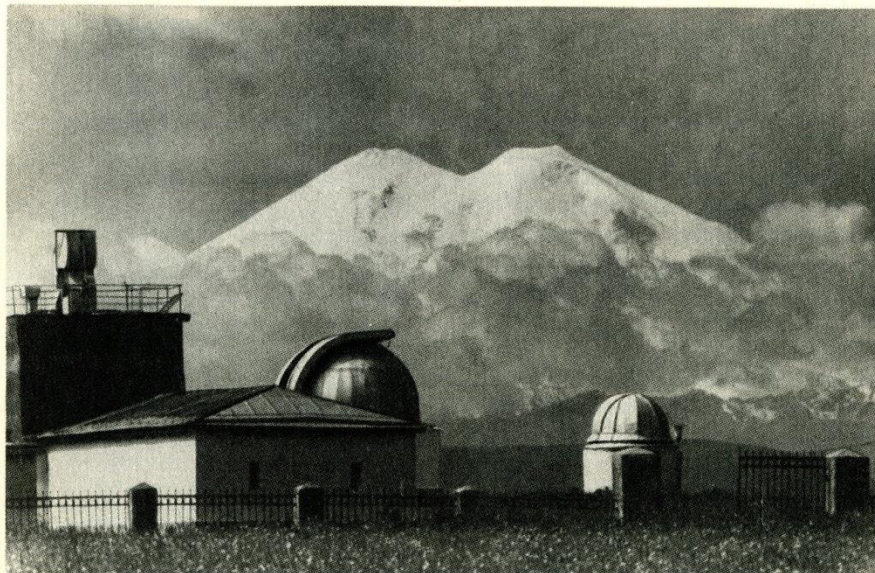
...Шел третий послевоенный год. Еще кровоточили раны родной земли, еще не были восстановлены тысячи спаленных городов и сел и Пулковская обсерватория лежала в руинах, а ее директор Александр Александрович Михайлов отправился по важному делу на Северный Кавказ. Там, в 23 километрах от Кисловодска, на высоте 2130 метров над уровнем моря горстка энтузиастов во главе с пулковским ученым-астрономом Мстиславом Николаевичем Гневышевым начинала сооружать Горную солнечную станцию.

Мало кто верил тогда в успех. Ни средств, ни материалов не было. Инструменты для наблюдений Солнца собрали случайные. Какие тут можно было ожидать научные результаты? Но Михайлов верил в свою дерзкую мечту. Заботясь о будущем Пулково, о будущем советской астрономии, он настоял на строительстве горной станции.

Летом 1948 года на плато Шаджатмаз, заросшем травой и горными цветами, были поставлены дощатые павильоны для солнечных инструментов. Невдалеке построили жилой дом со служебными помещениями. И как только первый этап строительства был завершен, принялись наблюдать Солнце.

Но вот подоспела зима, а в горах она всегда снежная и суровая. За одну ночь плато превратилось в белую замерзшую пустыню. Дорогу занесло снегом, крутые спуски обледенели. Случалось, что астрономы по несколько недель оказывались отрезанными от всего мира — жили словно полярники на зимовке.

В горах тогда бродило много голодных волков. Однажды волчья стая проникла на территорию обсерватории и растерзала собаку и козу. Но несмотря на лишения и трудности, никто не покидал своего поста...



Горная астрономическая станция Пулковской обсерватории вблизи Кисловодска.

Не узнать теперь Горной астрономической станции Пулковской обсерватории, что выросла под Кисловодском. Изменилось буквально все, начиная от дороги, ведущей в обсерваторию, и кончая самой астрономической станцией — ее оснащением и важностью решаемых ею сегодня задач.

Раньше сюда вела выючная тропа, и лишь отдельные шоферы-смельчаки отваживались въезжать на нее. Теперь, спустя четыре десятка лет, по широкой каменистой ленте к обсерватории мчатся «Волги» и «Жигули».

С высоты астрономической станции открывается панорама Большого Кавказского хребта с двуглавым Эльбрусом и уходящими за горизонт заснеженными громадами гор. И над всем этим сказочным простором — синее-синее небо, и в этом чистом и темном небе ослепительно сияет Солнце.

Еще Алексея Павловича Ганского не покидала мысль создать искусственную «луну», которая загораживала бы Солнце в любой нужный для астронома момент. Для этого он изготовил черный непрозрачный диск как раз такого размера, чтобы он закрывал собой Солнце, и поместил его внутри трубы своего телескопа. Однако это не помогло: слабое сияние короны тонуло в голубизне дневного неба. И только на Монблане Алексею Павловичу удалось сфотографировать самые внутренние части короны, прилегающие к светилу. Но это еще не решало дела. Телескоп с искусственной «луной» нуждался в серьезном усовершенствовании.

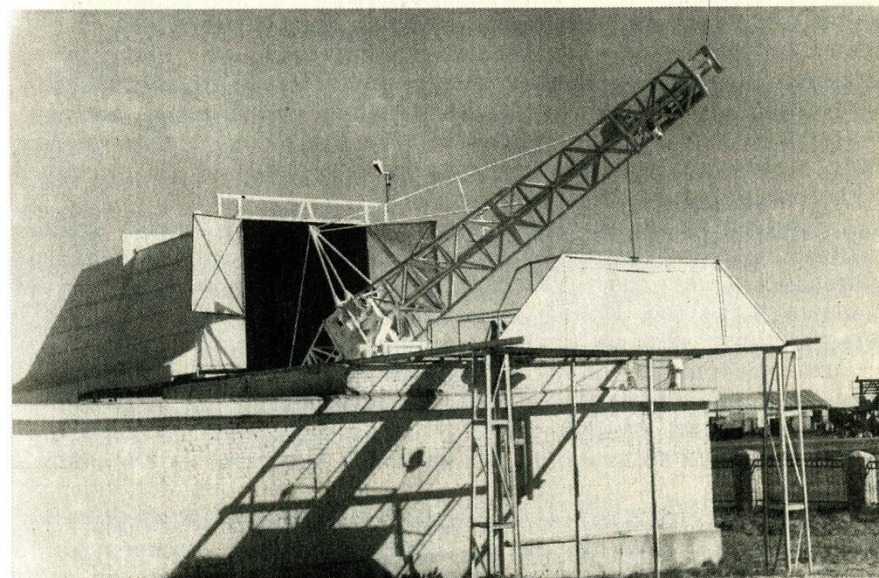
В 1950 году астрономами Горной станции с помощью особого телескопа — внезатменного коронографа, изготовленного фирмой Цейс, были получены впервые в нашей стране спектры короны Солнца. Успех воодушевил исследователей на создание более совершенного инструмента.

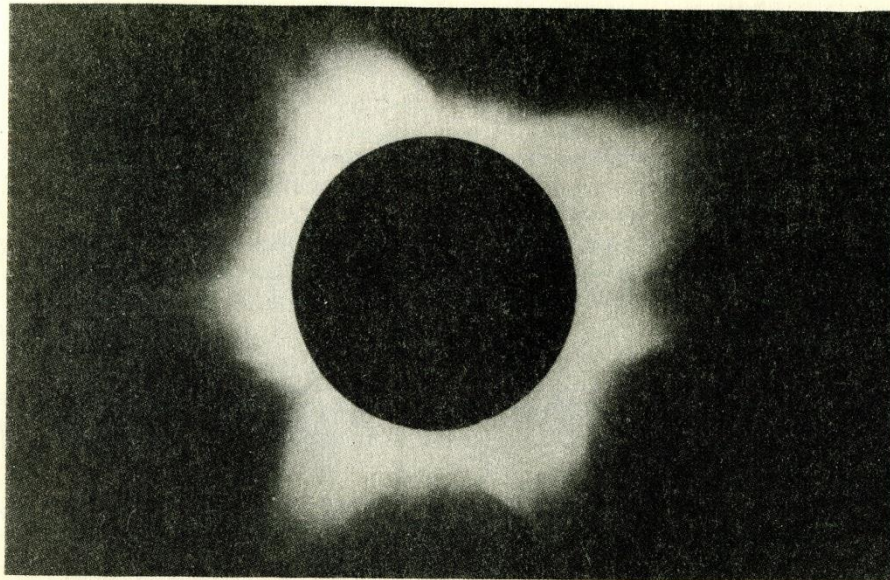
Крупнейший в мире внезатменный коронограф с объективом диаметром 53 сантиметра был сконструирован и изготовлен учеными Института земного магнетизма* в содружестве с научными сотрудниками Горной астрономической станции. Большая заслуга в его создании принадлежит известному советскому астрофизику профессору Геннадию Михайловичу Никольскому (1929—1982). Мечта Ганского была наконец осуществлена. Теперь на большом советском коронографе ведутся детальные исследования солнечной хромосферы и короны.

Итак, благодаря изобретению остроумных приборов астрономы получили возможность наблюдать не только яркую фотосферу, но и слабосветящиеся слои солнечной атмосферы — хромосферу и корону с протуберанцами. Одновременные наблюдения во всех слоях солнечной атмосферы помогли во многом разобраться и многое понять. В результате пулковскими гелиофизиками была создана теория неоднородной хромосферы, которая хорошо со-

* Полное название — Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Академии наук СССР (ИЗМИРАН).

Большой советский внезатменный коронограф. Снимок сделан автором этой книги 25 сентября 1987 г.





Солнечная корона во время полного солнечного затмения 21 сентября 1941 г.

гласуется с наблюдательными данными. Согласно новой теории огненно-красная хромосфера состоит как бы из отдельных объемных частей с разной плотностью, температурой и различными скоростями движения.

Стала раскрывать свои тайны людям и нежно-серебристая корона. В ее спектре уже давно наблюдаются яркие линии излучения, которые никак не удавалось отождествить ни с одним из известных химических элементов. Их приписывали гипотетическому «коронию», а оказалось, что они вызываются свечением железа и никеля. Только находятся железо и никель в совершенно необычном состоянии. У атомов этих элементов потеряно от девяти до четырнадцати электронов!

Присутствие в солнечной короне таких многократно ионизованных элементов указывало на ее очень высокую температуру. Опираясь на анализ оптических и радиоастрономических данных, советский ученый Иосиф Самуилович Шкловский (1916—1985) доказал, что корона нашего светила представляет собой электронно-протонную плазму со средней температурой 1,5 миллиона градусов по Кельвину! По химическому составу она не отличается от остальной атмосферы Солнца. Преобладающим элементом в ней является водород, атомы которого практически все ионизованы.

При существующей в короне сверхвысокой температуре средние скорости электронов и протонов равны соответственно 10 000 и 300 километрам в секунду. А это означает, что скорости

многих частиц превышают параболическую (скорость убегания, или вторую космическую), которая вблизи Солнца достигает 617 километров в секунду!

Итак, из Солнца непрерывно истекает плазма. Солнечная корона постоянно расширяется в окружающее пространство в виде потоков корпускул — частиц солнечного вещества. Это явление получило название солнечного ветра. Только за счет улетучивания корпускул масса Солнца каждую секунду уменьшается не менее чем на 400 тысяч тонн*.

Эксперименты, проводившиеся на искусственных спутниках Земли, позволили обнаружить солнечные корпускулы в окрестностях нашей планеты. Их концентрация в околоземном пространстве составляет от одной до десяти в объеме одного кубического сантиметра.

Средняя скорость солнечного ветра, или скорость расширения короны, у орбиты Земли около 400 километров в секунду. Он сметает на своем пути все газы, выделяемые планетами и кометами, метеорные пылинки и даже частицы космических лучей (идущих из глубин нашей Галактики), унося весь этот «мусор» к окраинам планетной системы. И только вблизи орбиты Сатурна, то есть на расстоянии одного миллиарда четырехсот миллионов километров от центрального светила, солнечный ветер растворяется в межпланетной среде. Образно говоря, мы как бы купаемся в короне великого светила...

Беспокойное светило

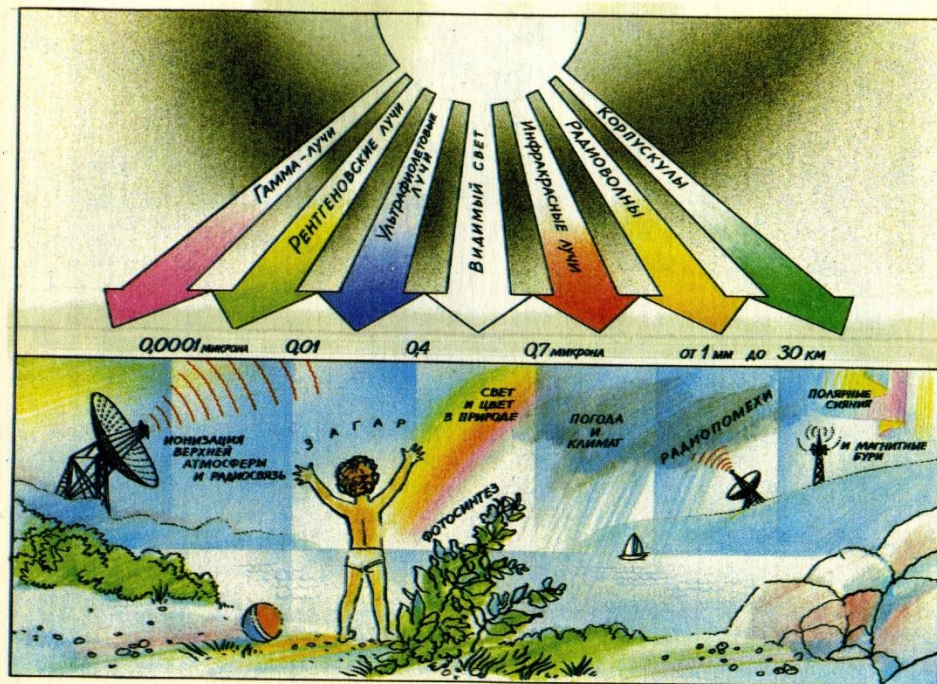
Мы живем в «океане» солнечных излучений. Волны этого океана постоянно накатываются на нашу Землю — крохотный островок Вселенной...

Если всю энергию Солнца принять условно за единицу, то видимый свет составит примерно половину общего излучения светила. Вторая половина приходится на инфракрасные, или тепловые, лучи, и только несколько процентов будут составлять ультрафиолетовые и рентгеновские лучи, гамма- и радиоизлучение.

Для тех, кто еще незнаком со шкалой электромагнитных волн, коротко поясню: по обе стороны видимого спектра есть лучи невидимые. Так, если за красным краем солнечного спектра поместить термометр, то он будет нагреваться под действием инфракрасных лучей. Как бы продолжением их в непрерывной спектральной гамме являются радиоволны.

За фиолетовым концом спектра идут ультрафиолетовые лучи, которые активно воздействуют на фотографическую пластинку —

* Масса Солнца составляет $2 \cdot 10^{27}$ тонн. За счет термоядерного синтеза (превращения водорода в гелий) и солнечного ветра в течение года она уменьшается на 150—200 миллионов миллионов тонн. Один процент своей массы Солнце потеряет примерно за 100 миллиардов лет.



Спектр электромагнитных волн и воздействие излучений Солнца на Землю и ее биосферу.

вызывают ее потемнение. За ними располагаются рентгеновские лучи и, наконец, так называемые гамма-лучи с самой короткой длиной волны.

Следовательно, область видимого спектра — лишь малая доля того широкого диапазона электромагнитных волн, которые постоянно и по всем направлениям пронизывают необозримые просторы Вселенной. И как вам теперь известно, Солнце — не только источник света и тепла. Оно излучает и самые разнообразные невидимые лучи, и радиоволны. От светила непрерывно летят потоки корпускул — заряженных частиц вещества. Но если мощность светового потока практически всегда одинаковая (солнечная постоянная не подвержена существенным колебаниям), то все другие виды излучений изменяются в течение 11-летнего цикла солнечной активности. Только далеко не все, что излучает великое светило, достигает поверхности Земли. Причина этого в том, что атмосфера нашей планеты прозрачна лишь для видимых и тепловых лучей. А еще она имеет маленькое «окно» прозрачности в радиодиапазоне и совсем узкую «щель» для длинноволнового ультрафиолета. Поток же коротковолновых излучений начисто срезается, то есть поглощается земной атмосферой. Считайте, что нам повезло! Ведь эти лучи крайне опасны для жизни. Облуче-

ние, например, большой дозой ультрафиолета вызывает не только ожог, но и способствует возникновению рака кожи. И все же к длинноволновому ультрафиолетовому излучению человек приспособился: загар — защитная реакция организма на действие этих лучей. Так что загорайте на здоровье, но знайте меру...

Сотни миллионов лет тому назад на нашей Земле, обласканной живительными солнечными лучами, создались условия естественного комфорта. Они благоприятствовали зарождению жизни на планете и ее бурному развитию в последующие геологические эпохи. И столь же долго с неослабевающей энергией великое светило будет еще бескорыстно «трудиться» на благо грядущих поколений землян.

Важно помнить, что Солнце нам не подвластно: мы не можем изменить интенсивность его излучения ни на йоту. Напротив, мы полностью находимся во власти дневного светила и зачастую болезненно воспринимаем любые перемены привычных для нас условий окружающей природной среды. Как теперь установлено, эти перемены вызываются изменениями «погодных» условий на Солнце, именуемых солнечной активностью.

Под солнечной активностью принято понимать совокупность различных физических явлений, происходящих в атмосфере великого светила. Это изменение числа и площади солнечных пятен, факельных площадок и протуберанцев, возникновение солнечных вспышек и корональных конденсаций (уплотнений коронального вещества), а также колебание потоков коротковолнового и корпускулярного излучения Солнца, внезапные всплески в радиоволновом диапазоне.

Раскрытие природы солнечной активности требует регулярных наблюдений всех слоев атмосферы дневного светила. Для этого многие обсерватории объединены в специальную Службу Солнца. В советской Службе Солнца участвует шестнадцать обсерваторий — от Львова на западе до Уссурийска на Дальнем Востоке. Центром Службы Солнца в СССР является Главная астрономическая обсерватория в Пулковке. Кисловодская Горная станция — основной центр информации о солнечной активности. На ней бывает до 340 ясных дней в году, и столько же дней наши гелиофизики ведут свой нескончаемый диалог со светилом...

На всем земном шаре есть еще три обсерватории, на которых Солнце наблюдается более трехсот дней в году. Это в Дель Эбро (Испания), в Катании (Италия) и в Маниле (Филиппины). Но такой удачи, как «солнечникам» Кисловодской станции, не выпало больше никому. Не случайно их наблюдения считаются самыми стабильными и служат эталоном для других. Потому-то к ним обращаются за советами ученые Соединенных Штатов Америки, Франции, Японии и многих других, казалось бы не обойденных Солнцем стран.

Поскольку наша станция отличается наибольшим количеством «корональных» дней и строгой методикой наблюдений, то

ей по праву было дано возглавить Международную службу коро- ны Солнца. Вот почему Кисловодскую Горную станцию называют «Меккой корональных наблюдений». Это признание — заслуженная награда советским гелиофизикам за их нелегкий, самоот- верженный труд.

Совместно со Службой Солнца Советского Союза работают обсерватории ряда социалистических стран, включая Кубу. Это значительно расширяет возможности наблюдений, особенно кратковременных явлений (солнечных вспышек и всплесков радиоизлучения) в любое время суток.

Все проявления солнечной активности взаимосвязаны между собой и сосредоточены в довольно ограниченных объемах, полу- чивших название активных областей Солнца. Обычно их «жизнь» начинается с возникновения в атмосфере Солнца новой магнит- ной области. Она приводит к образованию факельной площадки.

Спектральные наблюдения пулковских гелиофизиков показа- ли, что в факельных площадках имеются вкрапления горячей плазмы с температурой около 50 тысяч градусов Кельвина. Именно здесь зарождаются солнечные пятна, происходят солнеч- ные вспышки и образуются корональные конденсации. Но самую важную роль в развитии всех активных явлений играют, по-види- мому, магнитные поля. В активных областях, точнее в солнечных пятнах, напряженность магнитных полей достигает 4—5 тысяч эр- стед!

В результате усиления магнитного поля резко замедляется по- ступление энергии из центральных областей светила в фотосферу. Поэтому температура пятен на тысячу-полторы тысячи граду- сов ниже, чем температура окружающей фотосферы. А так как Солнце обычно наблюдается через поглощающие свет светофил- ьтры, то по контрасту с более яркой фотосферой солнечные пятна кажутся темными, хотя на самом деле они намного ярче и горя- чее электрической дуги.

Стало быть, солнечные пятна — эти гигантские вихри за- ряженных частиц в бурлящем океане солнечной плазмы — не что иное, как гигантские природные электромагниты, способствую- щие накоплению магнитной энергии в активных областях све- тила.

Обычно после предельного развития группы солнечных пя- тен в хромосферу по силовым линиям магнитного поля Солнца, словно по рельсам, взлетают огненно-красные протуберанцы.

4 июня 1946 года один из протуберанцев прямо на глазах у изумленных астрономов стремительно взметнулся над хромо- сферой и достиг рекордной высоты — одного миллиона семиста тысяч километров! А бывают и пятна-исполины, как то, что на- блюдалось в апреле 1947 года с поперечником в 250 тысяч кило- метров.

Дальнейшее протекает по нисходящей ветви: происходит по- степенное ослабление активной области, которое завершается

полным исчезновением всех актив- ных явлений вплоть до исчезнове- ния магнитного поля. Обычно весь этот процесс длится несколько ме- сяцев.

В числе тех, кто занимается решением сложнейших солнечных проблем, ученый секретарь Пулков- ской обсерватории, кандидат физи- ко-математических наук Ю. И. Ви- тинский. В беседе с автором он рассказал:

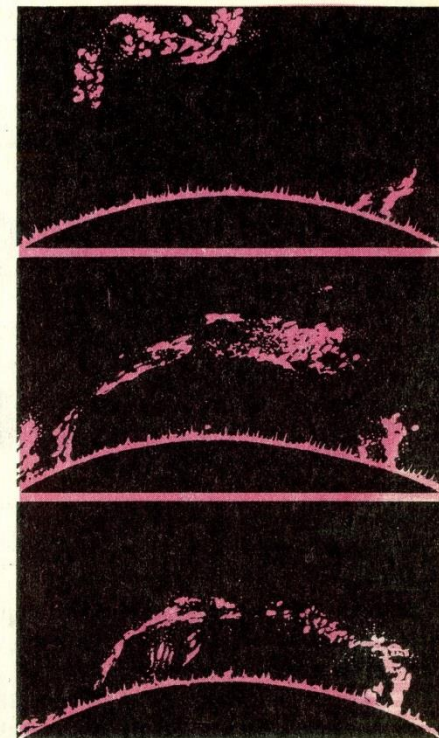
«Один из наиболее интригую- щих вопросов физики Солнца за- ключается в проблеме распределе- ния активных областей на поверх- ности великого светила. Нами было установлено, что наиболее мощные и устойчивые активные области, или, говоря другими словами, наи- более крупные группы солнечных пятен, появляются на Солнце пре- имущественно в определенных дол- готных интервалах. Теперь эти ин- тервалы астрономы называют ак- тивными долготами.

Как вы уже знаете, количество пятен на Солнце непрерывно изме- няется. Бывают годы, когда их, словно веснушек на лице, особенно много. Затем активность све- тила идет на спад, и после долгих «волнений» и «бурь» оно неде- лями пребывает в относительно спокойном состоянии: ни пятен, ни протуберанцев, ни вспышек.

Периоды активного и спокойного Солнца чередуются. При- мерно через каждые 11 лет наступает максимум активных явле- ний. Одиннадцатилетние циклические изменения испытывают все активные образования на Солнце, включая самые мощные — солнечные вспышки.

Кривая 11-летнего цикла характеризуется довольно быст- рым ростом активных явлений и медленным спадом. В 1986 году завершился спад 21-го солнечного цикла и наступил новый, 22-й цикл солнечной активности (отсчет циклов ведется с 1749 года, то есть со времени начала непрерывной регистрации сол- нечных пятен). Максимум 22-го цикла прогнозируется на вторую половину 1991-го или первую половину 1992 года.

Чаще всего пятна появляются на Солнце группами. В раз- витой группе имеется два больших пятна — два магнитных полю- са. Оказалось, что при переходе от одного 11-летнего цикла к



Развитие солнечного протуберанца.

ЦИКЛЫ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ		20-й	21-й	22-й	(ПРОГНОЗ)
Г О Д Ы		1964	1976	1986	1997
СЕВЕРНОЕ ПОЛУШАРИЕ		N S	S N	N S	
	ЭКВАТОР				
ЮЖНОЕ ПОЛУШАРИЕ		S N	N S	S N	
	СОЛНЦА				

Изменение магнитной полярности солнечных пятен.

другому полярность магнитного поля пятен изменяется на противоположную. Так, например, если в северном полушарии Солнца в каждой группе впереди (по ходу вращения светила) располагается пятно с северным магнетизмом, а позади — с южным, то у пятен нового цикла в северном полушарии впереди будет идти пятно с южным, а позади — с северным магнетизмом. Полярность пятен южного полушария Солнца всегда противоположна полярности пятен северного полушария и изменяется в обратном порядке.

Выходит, что магнитные поля солнечных пятен возвращаются к своему первоначальному знаку не через 11 лет, а через 22 года, и полный цикл изменения солнечной активности составляет тоже 22 года. Его нередко называют магнитным циклом.

Общее, хотя и слабое магнитное поле Солнца тоже меняет свое направление. Только изменение его полярности происходит вблизи каждого максимума 11-летнего цикла. Так, если северный магнитный полюс был в северном полушарии Солнца, то следующие одиннадцать лет он оказывается уже в южном полушарии светила, а затем снова переходит в северное...»

Итак, наше Солнце, которое еще недавно считалось стационарной (неизменной) звездой, предстало перед нами как магнитно-переменная звезда.

В последние годы было установлено, что циклы активности присущи многим звездам. Поэтому успех раскрытия физической природы этого явления — в совместных исследованиях переменности Солнца и других звезд.

* * *

23 февраля 1956 года станции Службы Солнца отметили на дневном светиле мощнейшую вспышку. Взрывом невиданной силы были выброшены в окосолнечное пространство сотни миллионов тонн раскаленной плазмы, которая со скоростью нескольких тысяч километров в секунду устремилась в сторону нашей планеты. Отзвуки этой катастрофы докатились до нас через космическую бездну. Едва гигантское облако солнечных корпускул столкнулось с Землей, как заметались стрелки компасов, нарушилась радиосвязь, а ночное небо над планетой украсили сполохи полярного сияния. Среди больших резко участились сердечные приступы, сильно возросло число дорожных катастроф.

Да что там полярные сияния, сердечные приступы, дорожные катастрофы... Под напором высокоэнергичных солнечных корпускул содрогнулся буквально весь земной шар: во многих сейсмических зонах произошли землетрясения. И, как бы в довершение всего, скачкообразно изменилась продолжительность суток на целых... десять микросекунд!

Еще две сильные вспышки на Солнце были отмечены 12 ноября 1960 года и 13 декабря 1971 года. О последней, особенно грандиозной, сообщили на Землю космические аппараты. К счастью, она разразилась на обратной стороне светила. Но окажись Земля на пути корпускулярного потока — быть беде!

Да, из всех активных процессов, происходящих на Солнце, самыми мощными являются солнечные вспышки. И хотя длятся они какие-то минуты, но энергия выделяется чудовищная, равная взрыву сотен тысяч — миллионов водородных бомб!

Если вспышка произошла в то время, когда активная область находилась вблизи центра солнечного диска, то есть была ориентирована в сторону Земли, мы непременно должны ожидать последующего развития событий на нашей планете. Примерно через восемь минут после начала вспышки интенсивный поток ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, порожденных взрывом на Солнце, достигает верхних слоев земной атмосферы — ионосферы, усиливает ее разогрев и ионизацию. Это тотчас же сказывается на условиях проходимости радиоволн. И короткие радиоволны, вместо того чтобы отражаться от ионосферы, как от экрана, начинают ею усиленно поглощаться.

Советские исследователи в Антарктиде не раз замечали, как после вспышек на Солнце глохли радиопередачи. Иногда же, при очень сильных вспышках, радиопомехи длились по несколько суток подряд, пока беспокойное светило «не приходило в норму». Зависимость прослеживается здесь настолько четко, что по частоте таких помех можно судить об уровне солнечной активности. Но главные пертурбации, вызываемые вспышечной активностью светила, — впереди.

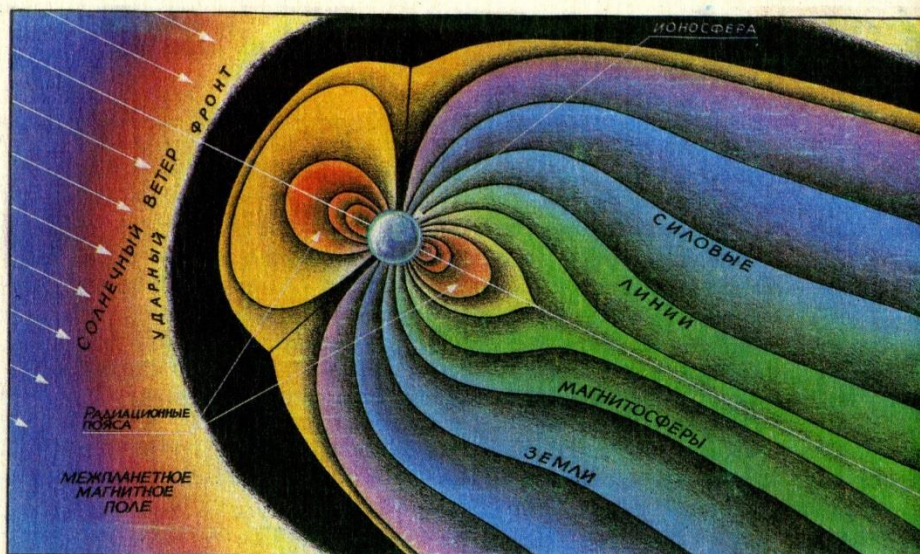


Схема строения земной магнитосферы, деформированной солнечным ветром.

Извергнутые Солнцем облака плазмы через 30—50 часов обрушиваются на земную магнитосферу, то есть ту область космического пространства, внутри которой напряженность геомагнитного поля преобладает над напряженностью межпланетного магнитного поля. И если солнечный ветер, обтекающий магнитосферу нашей планеты, можно сравнить с легким бризом, то стремительный поток корпускул, порожденных солнечной вспышкой, подобен страшному урагану. Когда такой ураган налетает на магнитную оболочку земного шара, она сжимается с подсолнечной стороны и на Земле разыгрывается магнитная буря.

Как известно, наша планета представляет собой своеобразный природный магнит. Ее магнитное поле очень похоже на поле небольшого магнитного бруска: силовые линии выходят из одного магнитного полюса Земли и входят в другой.

Во время магнитной бури наиболее энергичные солнечные корпускулы, направляемые силовыми линиями геомагнитного поля, гигантскими струями вторгаются вблизи полюсов в верхние слои земной атмосферы. Там они сталкиваются с частицами воздуха, и в результате их ионизации возникает неповторимое по красоте полярное сияние.

Все упомянутые здесь геофизические эффекты — ионосферные и магнитные бури и полярные сияния — являются составной частью сложнейшей научной проблемы, именуемой проблемой «Солнце — Земля». Однако этим влияние солнечной активности на

Землю не ограничивается. «Дыхание» дневного светила постоянно проявляется в изменении погоды и климата.

Вы знаете, что климат — это многолетний режим погоды в данной местности и определяется он ее географическим положением на земном шаре и характером атмосферных процессов.

Необходимую энергию для своей планетарной жизни наша Земля получает от Солнца. Поэтому ученые были вправе предположить, что главным «дирижером» атмосферных явлений должно быть дневное светило. А оно живет бурно: годы спокойного Солнца чередуются с годами возмущенного и даже очень возмущенного Солнца. Так может быть, от уровня его активности и зависят внезапные резкие отклонения от нормы погодных условий? Исследования показали, что дело обстоит именно так.

Не будет преувеличением сказать, что «кухня» погоды начинается на Солнце, в его активных областях, обращенных «лицом» к Земле. А каждое проявление солнечной активности, будь то вспышка или просто крупное пятно, — мощный источник высокоэнергичных электромагнитных и корпускулярных излучений. Проникая в земную атмосферу, они порождают и такие процессы, которые влияют на формирование погоды.

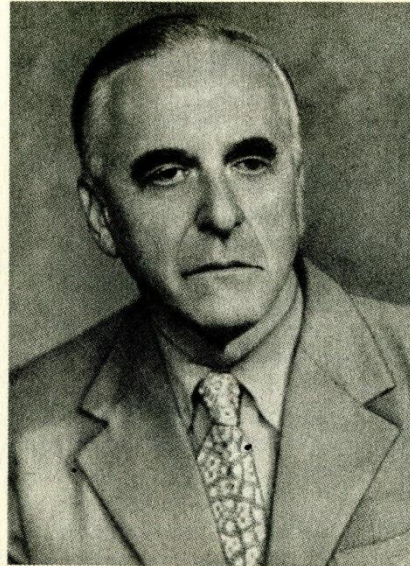
По одной из гипотез это воздействие осуществляется через озоносферу. В стратосфере, на высотах от 20 до 60 километров, находится озон. Он поглощает ультрафиолетовые лучи, а их поток во время солнечной вспышки сильно возрастает. При этом озон нагревается, и аккумулярованное им тепло передается окружающим слоям воздуха. Но корпускулярный поток, летящий вслед за волновым излучением, разрушает озон (помните: молекула озона состоит из трех атомов кислорода). Уменьшение же содержания озона в стратосфере* ведет к изменению теплового и динамического режима тропосферы, где разыгрываются все погодные «сценарии».

Под действием заряженных частиц, приходящих от Солнца, существенно изменяется электрический потенциал ионосферы. А это в свою очередь влияет на частоту грозообразования, возник-

* В 1985 году весь мир облетела весть о возникновении «озонной дыры» над Антарктидой. За шесть лет содержание озона уменьшилось там почти вдвое. А в последние годы отмечено медленное уменьшение концентрации озона на всем земном шаре. В чем же причина начавшейся убыли озона?

Исследователи считают, что самые опасные разрушители озона — это фреоны, которые широко используются в холодильных установках. Попадая в атмосферу, они и разрушают химически неустойчивые молекулы озона. Изменение же распределения озона может нарушить сложившуюся температурную структуру земной атмосферы и вызвать нежелательные изменения погоды и климата на нашей планете.

Утончение озоносферы («щита жизни») ведет еще и к тому, что какая-то доля биологически активного излучения достигает земной поверхности, принося угрозу всему живому. В Новой Зеландии, например, уже растет число больных раком кожи. И виноват в этом дефицит озона в районе Южного полюса и в соседних с ним регионах.



Борис Максимович Рубашев.

кновение облаков, выпадение осадков. Одним словом, тоже определяет характер погоды.

Статистическим путем установлено, что с ростом уровня солнечной активности число гроз на планете увеличивается. При этом в атмосферу выделяется энергия, которая способна превысить ту, что нужна для изменения погодных условий.

Таким образом, солнечная активность влияет на нижнюю атмосферу Земли опосредованно, если не считать отдельных случаев, когда воздействие оказывается настолько сильным, что охватывает

всю атмосферную толщу. Проникая в ионосферу и стратосферу, солнечные излучения изменяют там физические условия, что сказывается на состоянии тропосферы и приводит к колебаниям погоды и изменениям климата.

Ряд ученых, занимающихся изучением климата, высказывает мнение, что наша планета вступает сейчас в новый ледниковый период*. Потепление, начавшееся в конце прошлого века и достигшее кульминации в 1945 году, уже сменилось похолоданием. Среднегодовая температура продолжает медленно падать. По наблюдениям спутников погоды, в Северном полушарии Земли увеличивается территория, покрытая снегом и льдом. В этих глобальных климатических изменениях не последняя роль принадлежит, видимо, ритмам солнечной активности.

Пулковский ученый Борис Максимович Рубашев проанализировал изменения солнечной активности за многие десятилетия и подтвердил, что связь между процессами на Солнце и на Земле несомненно существует. В такт с 11-летним «ритмом состояния» дневного светила на нашей планете разыгрываются магнитные бури и наблюдаются аномальные (необычные) погодные явления. Однако в повторяемости засух прослеживается 22-летний период, что совпадает с 22-летним циклом перемены магнетизма солнечных пятен. Но особенно отчетливо на климатических изменениях прослеживается отпечаток «векового» цикла солнечной активности продолжительностью около 90 лет. Последний его пик пришелся на пятидесятые годы нынешнего столетия.

* Есть и другие гипотезы.

Помимо «ритмов состояния» Солнца существуют «ритмы положения». Главный среди них — 27-дневный цикл. Его продолжительность определяется периодом вращения светила вокруг собственной оси. Именно по истечении 27 (точнее — 27,275) суток Солнце бывает обращено к земному наблюдателю одними и теми же активными долготами. И если на этих долготах имеется устойчивая активная область, то Земля будет периодически подвергаться повышенному облучению. Вот почему магнитные бури склонны к повторению через 27 суток. Подобным образом повторяются и ураганы, и жестокие штормы, и другие буйства стихий. Так, однажды глубокий циклон над Балтикой вызвал значительный подъем воды в Неве и наводнение в Ленинграде. Через 27 дней, когда Балтийское море уже давно успокоилось, буря бушевала у берегов Англии, а еще через четыре недели штормило у побережья Испании. Но тут активный центр на Солнце «заглох», и 27-дневная «цепочка» оборвалась.

Опираясь на эту закономерность, Борис Максимович Рубашев построил 27-дневный солнечный календарь, который помогает уточнять месячные прогнозы погоды.

Важнейшим в проблеме взаимодействия Солнца и Земли является вопрос передачи энергии. Связь извергнутых вспышкой потоков солнечной плазмы с земной магнитосферой осуществляется посредством межпланетного магнитного поля. Но как?

В летящие облака солнечной плазмы как бы «вморожены» магнитные силовые линии, зародившиеся еще на Солнце, в его активных областях. Но по мере удаления плазменных облаков от центрального светила силовые линии неизбежно вытягиваются. Вот из таких вытянутых магнитных полей солнечного происхождения и образуется межпланетное магнитное поле. А коли так, то оно непостоянно: в разные периоды солнечной активности напряженность и структура поля меняются.

Для межпланетного магнитного поля характерна секторная структура. Магнитное поле каждого сектора является продолжением магнитного поля вполне определенной активной области на Солнце, вытянутым солнечной плазмой в межпланетное пространство. Секторы с направлением силовых линий от Солнца считаются положительными, а к Солнцу — отрицательными. Но вследствие осевого вращения центрального светила силовые линии закручиваются и секторы приобретают спиралеобразную форму.

Наша планета, совершая свое извечное орбитальное движение, пересекает разные секторы, в которых межпланетное магнитное поле направлено попеременно то от Солнца, то к нему. Это, казалось бы, незначительное различие самым существенным образом влияет на прохождение корпускулярной солнечной радиации к Земле и ее проникновение в земную атмосферу. Космические исследования показали, что после вхождения Земли в отрицательный магнитный сектор грозы учащаются. Это еще один пример того, как солнечная деятельность влияет на погоду.

Многочисленные факты и наблюдения указывают на то, что живая природа, как и неживая, тоже подчинена ритмам солнечной активности. Предположения о связи биологических явлений с процессами на Солнце были высказаны советским ученым Александром Леонидовичем Чижевским (1897—1964) еще в начале века.

Люди издавна считают Солнце своим лучшим помощником в борьбе с болезнями. Недаром говорят: куда часто заглядывает Солнце, там редко бывает врач. Однако и живительными солнечными лучами надо пользоваться в меру. Тот, кто злоупотребляет щедростью лучезарного светила, рискует причинить своему здоровью непоправимый вред. Ныне медики убеждены, что во многих случаях ухудшение состояния больных есть не что иное, как проявление земного эха солнечных бурь.

В процессе длительной эволюции все живые существа приспособились к условиям обитания, как, например, к магнитному полю Земли. Между тем под влиянием солнечных вспышек происходят серьезные возмущения геомагнитного поля. И, как теперь выяснилось, они-то далеко не безразличны для людей больных или с ослабленным здоровьем. Больному человеку достаточно небольшого импульса извне, чтобы вывести его из состояния равновесия. А таким импульсом может быть геомагнитное возмущение, то есть колебание напряженности магнитного поля планеты под действием солнечной вспышки.

Очень чувствительны к активным процессам на Солнце сердечно-сосудистая и нервная системы человека. После прохождений больших пятен через центр диска светила, а также после мощных солнечных вспышек смертность значительно возрастает, увеличивается число дорожных катастроф. И происходит это одновременно в разных районах земного шара, что может служить неопровержимым доказательством солнечного воздействия на землян. Особенно «роковым» считается второй день после вспышки, то есть тот день, когда наша планета попадает в поток стремительных корпускул.

Читатель вправе спросить: а как, собственно, влияет изменение напряженности магнитного поля Земли на человека? Почему это сказывается именно на его сердечно-сосудистой или нервной системе?

Дело в том, что и та и другая обладают очень слабыми биологическими магнитными полями. Колебания же геомагнитного поля в периоды солнечных бурь куда значительно превосходят потенциалы магнитных полей живых организмов. Потому-то они и не проходят для человека бесследно. И не только для человека. Магнитные бури влияют на всю биосферу — на весь живой мир Земли. Особенно неблагоприятно сказывается на биологических процессах не столько высокий, но постоянный уровень солнечной

активности, сколько ее резкие изменения и следующие за ними сильные геомагнитные возмущения.

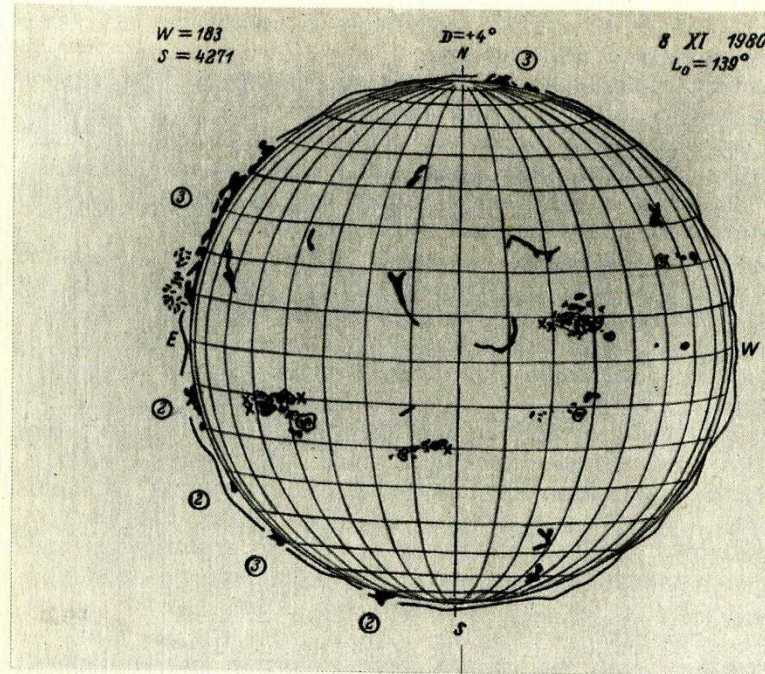
Воздействие солнечной активности на биосферу Земли проявляется и опосредованно через погоду, то есть путем резких изменений атмосферного давления, ветра, температуры и влажности воздуха. Все это тоже приводит к ухудшению состояния больных и людей с ослабленным здоровьем. Так назрел вопрос об организации астрономической медицинской службы.

Медицина и астрономия... Совсем недавно нам казалось, что между ними нет и не может быть ничего общего. Теперь же результаты наблюдений за дневным светилом все чаще используются и в медицине. Астрономы Горной солнечной станции на Северном Кавказе — филиала Пулковской обсерватории регулярно передают сводку «погоды» на Солнце кисловодской курортной поликлинике. Это помогает врачам своевременно назначать больным профилактические меры — предупреждать обострение болезни.

Выявление разносторонних воздействий солнечной активности на нашу планету и ее обитателей послужило причиной не только создания Службы Солнца, но и привело к попыткам прогнозирования солнечной активности. Исследования по этой проблеме ведутся в Пулковской обсерватории. Здесь ежедневно составляются синоптические карты Солнца. Что это за карты — понять нетрудно, если вы видели синоптические карты погоды, на которых условными значками нанесены сведения о давлении и температуре воздуха, о влажности атмосферы и состоянии облачности и тому подобное. На синоптических картах Солнца оконтуриваются факельные поля, наносятся пятна, солнечные вспышки и протуберанцы — одним словом, все то, что может рассказать о солнечной «погоде». Такие карты публикуются в бюллетене «Солнечные данные» (он издается Пулковской обсерваторией), и тогда ими могут воспользоваться все исследователи, занимающиеся проблемой солнечно-земных связей и предсказанием солнечной активности.

Известно, что не всегда удается сделать правильный прогноз погоды, а предсказание солнечной активности несравненно сложнее и труднее. И этому можно не удивляться, ибо по сей день полностью не раскрыта физическая природа данного явления, не создана его единая теория. А прогноз солнечной активности очень нужен людям в чисто практических целях, хотя бы полярникам — для бесперебойной радиосвязи.

Все прогнозы активных процессов, происходящих на нашем светиле, можно подразделить на краткосрочные (с заблаговременностью до нескольких суток) и долгосрочные (с заблаговременностью от одного месяца до нескольких лет). В последних наиболее надежным оказалось предвычисление числа и площади солнечных пятен. Всемирного признания был удостоен здесь метод, разработанный пулковским исследователем Солнца Александром Ивановичем Олем.



Синоптическая карта Солнца.

В наши дни, в связи с космическими полетами, краткосрочное прогнозирование солнечной активности, а главное — мощных солнечных вспышек, приобрело особую важность. Ведь вспышечная активность великого светила является причиной резкого усиления радиации в межпланетном пространстве — радиации, губительной для космических экипажей. Достаточно сказать, что в коротковолновом излучении вспышки (ультрафиолетовом и рентгеновском) заключена энергия, сравнимая с той, которую в этих областях спектра Земля получает от спокойного Солнца в течение трех лет.

От опасной радиации солнечных вспышек мы надежно защищены магнитным полем Земли и ее атмосферой. А для защиты космонавтов, находящихся в орбитальном полете, необходим заблаговременный и точный прогноз.

Специальные солнечные обсерватории, установленные на космических аппаратах, уже исследуют солнечные вспышки и другие активные процессы, происходящие на Солнце, в диапазонах спектра, недоступных наземным методам. Есть уверенность, что это поможет быстрее разобраться в сложнейшем «механизме» солнечной активности и будет способствовать улучшению методов ее прогнозирования.

Старые и новые загадки Луны

В музее Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР в Пулкове можно увидеть фотографию именной медали: в золотой диск вкраплено семь бриллиантов, изображающих «ковш» созвездия Большой Медведицы. Международная астронавтическая федерация наградила этой медалью известного советского астронома Н. А. Козырева (1908—1983) за открытие вулканизма на Луне.

Как же было совершено это открытие? Какие они, лунные вулканы?

Вблизи центра лунного диска находится знаменитый кратер Альфонс. Диаметр кольцевого вала этого кратера — около 150 километров (он виден даже в полевой бинокль), а посреди его дна почти на километр возвышается центральная горка.

Еще в прошлом веке астрономы не раз замечали, что дно Альфонса иногда становится плохо различимым, как будто заволакивается туманом или какой-то пеленой. Но странный туман никогда долго не держался над кратером. Он появлялся всегда неожиданно и так же внезапно исчезал.

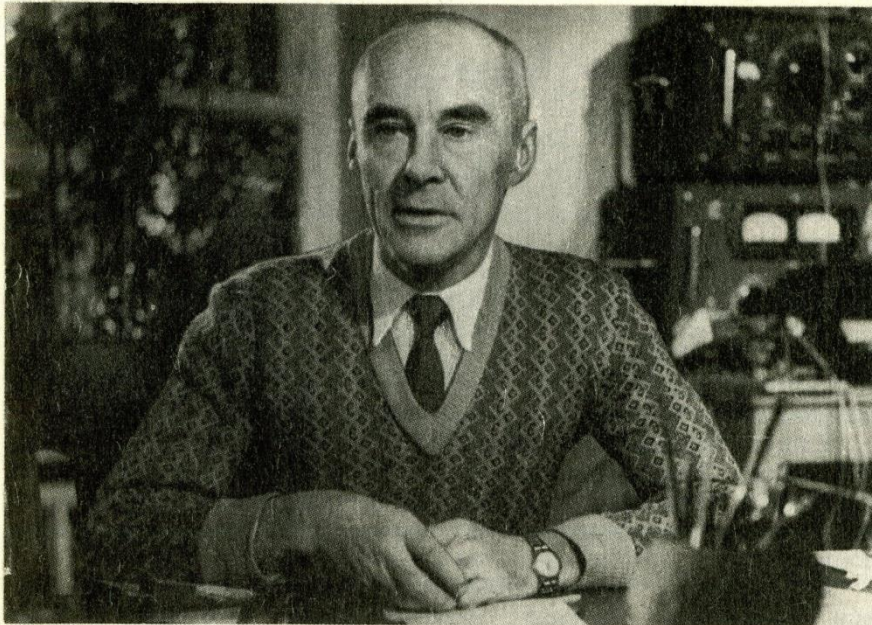
«Причудами» Альфонса заинтересовался пулковский астроном профессор Николай Александрович Козырев. Осенью 1958 года он отправился в Крымскую астрофизическую обсерваторию и принялся наблюдать загадочный кратер в 122-сантиметровый рефлектор.

Первые ночи, проведенные у телескопа, не принесли исследователю ничего интересного. Казалось, что Альфонс вовсе не собирается преподнести очередной сюрприз. Но в ночь со 2 на 3 ноября, примерно через час после полуночи, Николай Александрович заметил, что центральная горка кратера стала какой-то необычной...

Впоследствии, вспоминая о своих наблюдениях, Н. А. Козырев рассказывал: «В ту ночь, когда шла экспозиция (ученый фотографировал спектр кратера. — О. К.), Альфонс показался мне ярче и белее, чем обычно. Но я, наверно, не насторожился бы, если бы буквально у меня на глазах, секунд за десять, спектр не померкнул до своего обычного, «тривиального» уровня. Я тут же закрыл затвор и начал новый снимок, чтобы потом сличить их, убедиться, что глаза мои не ошиблись.

Сомнений не оставалось: на спектрограмме были отчетливо видны новые, прежде не встречавшиеся яркие линии. Под ударами солнечных лучей газы, вырвавшиеся из лунных недр, флюоресцировали, светились...

Излучение, схваченное спектрограммой, рассказало ученым и о составе самих газов. Это были сложные молекулы, видимо сразу распавшиеся на более простые, в состав которых входил молекулярный углерод. Почему углерод объединяется в молекулы, которые на Земле в вулканических газах почти не встречаются...



Николай Александрович Козырев.

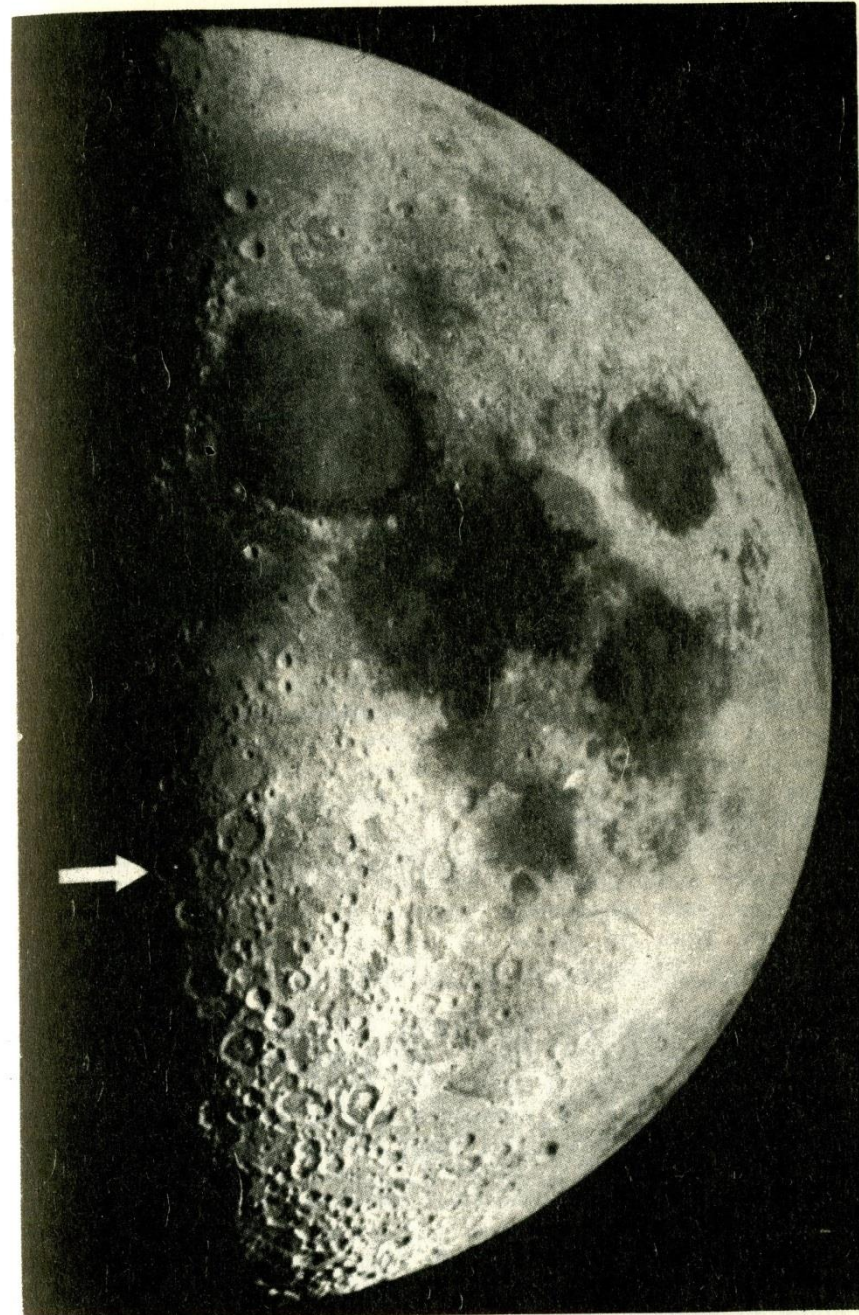
ся? Видимо, сказалось то, что на Луне нет атмосферы. Облако вулканических газов сразу же попало под жесткое излучение Солнца. Оно-то и заставило молекулы углерода перестроиться.

Подсчет показал, что из недр Луны вышло около миллиона кубометров газа. Это немного по сравнению с Землей, где при извержениях вулканы выбрасывают миллиарды кубометров. Значит, вулканическая деятельность на Луне слабая...

На втором снимке, сделанном в ту ночь, сразу же после того, как яркость Альфонса упала, от облака газов не осталось и следа. Оно тут же исчезло. Куда? В космос, в окружающий Луну вакуум. Скорости молекул должны быть такими, как в головах комет, то есть около километра в секунду... Практически облако растворилось в вакууме за несколько секунд.

Вот почему вулканы Луны так необычны и загадочны. Их очень трудно обнаружить, за ними трудно уследить. Может быть, поэтому американский астроном профессор Койпер, узнав из прессы об извержениях Альфонса, выступил с опровержением. В 1960 году профессор Койпер приехал к нам в Пулково, придирчиво изучил оригиналы фотоснимков и... извинился...»

Год спустя Н. А. Козырев снова наблюдал истечение газов из центрального пика Альфонса, а затем зафиксировал на спектрограмме выделение молекулярного водорода из другого лунного кратера — Аристарха. За этим кратером наблюдали и американ-



Фотография Луны. Стрелкой отмечен кратер Альфонс. Снимок сделан юными любителями астрономии в обсерватории Ленинградского планетария.

ские астрономы. Они были буквально поражены увиденным. «Впечатление такое,— писал один из них,— что я смотрю на сверкающий отшлифованный рубин». Проявление остатков вулканизма на Луне подтвердилось.

Анализы образцов лунных пород, доставленных на Землю советскими автоматическими станциями и американскими космонавтами, принесли доказательства важной роли вулканизма в формировании поверхности Луны. Но это было, увы, в далеком прошлом. А на сегодняшний день геологическая активность нашей спутницы сохраняется лишь в самой небольшой — центральной области лунного шара.

Сейсмическая разведка показала, что относительно холодная и жесткая оболочка Луны — литосфера простирается на глубину до тысячи километров и поэтому она должна противостоять любым тектоническим возмущениям. Ни о каких разломах лунной коры и излияниях лавы из глубины не может быть и речи. Как же согласовать тогда факты наблюдений лунного вулканизма с современными научными представлениями о внутреннем строении Луны? Нет ли здесь противоречия?

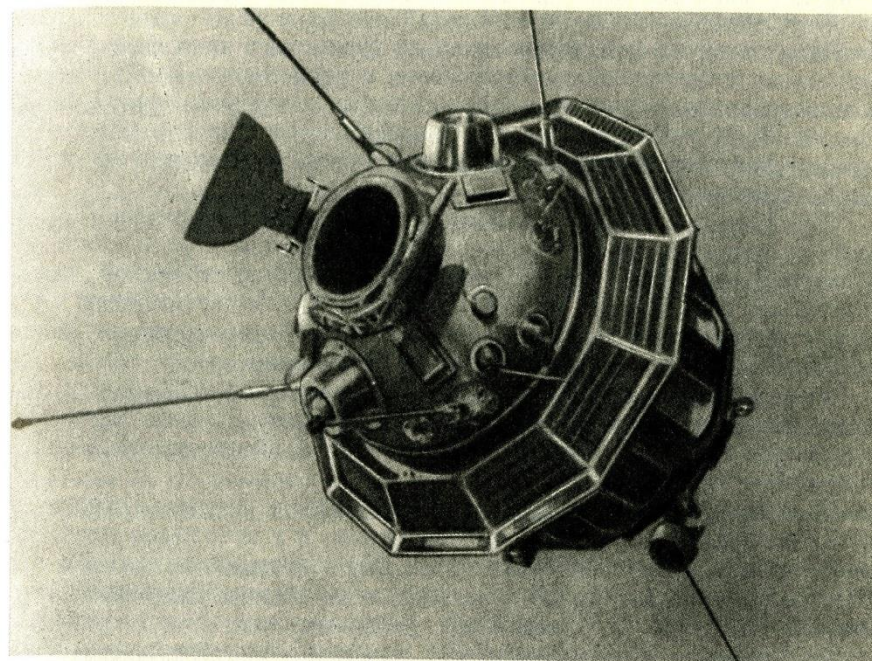
Изучая Луну в инфракрасных лучах, ученые обнаружили на ней около четырехсот «горячих пятен». Преобладающее большинство их расположено внутри молодых кратеров. По-видимому, это не случайно. Причину подобных совпадений следует искать в истории образования таких кратеров. А они, как считают специалисты, возникли вследствие ударов о лунную поверхность гигантских метеоритов типа астероидов (малых планет), что приводило к расплавлению лунных пород и зарождению местных центров активности. В некоторых из них по сей день сохраняются очаги истечения газов.

Следовательно, наблюдаемые ныне на Луне признаки вулканизма имеют мало общего с земными вулканическими извержениями. Сам факт выделения углерода из Альфонса представляет загадку. Ведь на Земле молекулярный углерод в вулканических газах практически не встречается. Откуда он взялся на Луне?

Можно предположить, что кратер Альфонс образовался в результате удара кометного ядра, а оно в значительной мере состояло из углерода и других замерзших газов.

После открытия Н. А. Козырева многие астрономы стали относиться к наблюдениям Луны более внимательно. Организована даже специальная международная служба, которая занимается сбором сведений о всех временных явлениях, когда-либо наблюдавшихся на нашей спутнице. Составлен каталог проявлений лунной активности. В него вошло около шестисот наблюдений, выполненных различными наблюдателями в разное время.

Одна из записей сообщает о странном явлении, замеченном на Луне еще в XVI веке, то есть в период дотелескопической астрономии. В ней говорится, что однажды во Флоренции много на-



Автоматическая межпланетная станция «Луна-3». 4 октября 1959 г. эта станция впервые сфотографировала часть невидимой стороны Луны.

рода наблюдало «между рогами тонкого месяца яркую звезду». Что ж, возможно, это было действительно вулканическое извержение на ночном полушарии Луны...

* * *

С тех пор как в 1609 году Галилео Галилей впервые наблюдал Луну в свой маленький самодельный телескоп, методы исследования небесных тел достигли колоссального развития. Однако невидимая с Земли обратная сторона Луны в течение трех с половиной столетий продолжала оставаться большой загадкой. О ее природе высказывались самые противоречивые мнения. Некоторые же утверждали, что у нашей спутницы вообще нет второго полушария. Луна, мол, похожа на чашу, повернутую выпуклостью к Земле...

Но вот в октябре 1959 года к Луне стартовала советская автоматическая межпланетная станция «Луна-3». Ей предстояло сфотографировать невидимое лунное полушарие.

Когда станция совершала облет Луны, объективы фотоаппаратов были нацелены на ее обратную сторону. По второй команде «Луна-3» приступила к работе.

Фотографирование производилось в течение 40 минут с расстояния около 65 тысяч километров. Затем отснятая фото пленка тут же на станции была обработана, и полученные изображения с помощью телевизионной системы были построчно переданы на Землю. Передача велась с расстояния, достигавшего 470 тысяч километров. Так в истории человечества состоялся первый сеанс космовидения.

Тщательно изучив уникальные фотографии, советские ученые издали первый в мире «Атлас обратной стороны Луны». Участие в дешифрировании — распознавании характера объектов, запечатленных на снимках лунной поверхности, и в составлении «Атласа» принимали сотрудники Пулковской обсерватории во главе с Александром Александровичем Михайловым.

Уже первое знакомство с космическими фотографиями показало, что невидимое полушарие Луны отличается от видимого своей чрезвычайной гористостью и большой концентрацией крупных кратеров.

Кратеры обратной стороны Луны имеют обычное строение: почти каждый окружен кольцевым валом, а у некоторых имеются центральные конусообразные горки. Но встречаются кратеры и с более сложной структурой и настоящие кратерные цепочки. Селенологи считают, что подобного рода цепочки, протянувшиеся вдоль трещин лунной поверхности на сотни километров, возникли в результате вулканической деятельности.

Что же касается «морей», то на обратной стороне Луны они занимают относительно небольшую площадь и отличаются от «морей» видимого полушария не только своими сравнительно малыми размерами, но и небольшой глубиной.

Изучение снимков обратной стороны Луны позволило обнаружить и асимметрию лунных полушарий. Оказалось, что северный и южный материковые щиты, разделенные на видимом полушарии Луны «морским» ландшафтом, на ее обратной стороне образуют сплошной массив. Следовательно, важнейшая особенность поверхности обратной стороны Луны — это глобальный материковый покров. Расположенные на ней «морья» представляют собой лишь небольшие замкнутые внутриматериковые образования.

Казалось бы, сложившееся различие в распределении «морей» на Луне и их преобладание на видимом полушарии обусловлены влиянием Земли. Но лунные «морья» безводны. Поэтому Земля вызывает приливы только в лунной коре (аналогичное явление происходит и в земной коре). Однако расчет показывает, что приливное воздействие Земли на Луну практически одинаково для обеих ее полушарий.

Значит, асимметрия в строении поверхности лунных полушарий возникла не столько под влиянием внешних причин, сколько в результате проявления внутренних сил, в том числе и вулканических, оказавших в свое время существенное влияние на формирование лунного рельефа.

...Пройдут годы, и карты Луны с новыми названиями, которые были присвоены советскими учеными ранее неизвестным кратерам и «морям», прочно войдут в обиход астрономов и космонавтов. А те, кому предстоит осваивать Луну, будут не только пользоваться этими картами. Лунные горы и «морские» равнины, открытые с помощью советских автоматических станций, станут для лунопроходцев новым местом жительства, романтической работы и увлекательных исследований.

* * *

В числе лунных проблем есть и такая, которая интересует не только астрономов, но и самый широкий круг людей: как произошла Луна? Как стала она нашей спутницей?

В научной литературе рассматриваются три основные гипотезы появления Луны в качестве естественного спутника Земли: отделение ее от земного шара, «захват» Землей с близкой околоземной орбиты и образование из околоземного роя пылевых частиц.

Как вы уже знаете, лунные приливы тормозят вращение Земли. Поскольку вращение планеты замедляется, уменьшается ее момент количества движения. Но «момент», теряемый Землей, бесследно исчезнуть не может. Согласно закону механики, он переходит к другому телу системы — к Луне. В результате орбитальная скорость Луны убывает, и она медленно удаляется от Земли по спирали...

Обращая этот процесс назад, английский ученый Джордж Дарвин (1845—1912), сын великого естествоиспытателя Чарлза Дарвина, пришел к выводу, что в очень далекие времена оба небесных тела находились совсем близко друг от друга и Земля вращалась тогда гораздо быстрее, чем теперь. А в более отдаленную эпоху Луны вовсе не было, существовала лишь одна Земля. Но вот в какой-то момент от быстро вращающейся Земли отделилась часть массы... и на свет родилась Луна.

Разрабатывая свою гипотезу, Дарвин исходил из ошибочного представления, будто бы Земля в ранний период развития находилась в огненно-жидком состоянии, что способствовало отрыву от нее лунной массы. Теперь же установлено, что Земля никогда не была полностью расплавленной. Но это еще не главное противоречие гипотезы фактам.

Основная трудность всех «отрывных» гипотез состоит в том, что для отделения Луны первичная Земля должна была вращаться вокруг оси очень быстро: с периодом около трех часов. Земля же никогда не обладала столь быстрым вращением. Следовательно, отрыв лунной массы не мог произойти. Луна образовалась каким-то иным путем.

Некоторые исследователи, наоборот, предполагают, что сперва Луна была самостоятельной планетой и перешла на ны-

нешнюю орбиту в результате ее «захвата» Землей. При этом часто не принимаются во внимание запреты небесной механики. Ведь для перехода на околоземную орбиту требуется «погасить» огромный избыток кинетической энергии. Болгарский астроном Никола Бонев (1898—1979) считал, что реактивным тормозом в этом процессе могло послужить сильнейшее вулканическое извержение на Луне. Разумеется, оно должно произойти в подходящий момент и затормозить Луну в нужной степени и в нужном направлении. Сочетание ряда таких благоприятных обстоятельств крайне маловероятно, а потому захват практически невозможен.

Согласно теории советского академика Отто Юльевича Шмидта (1891—1956) Луна вполне могла аккумулироваться в окрестностях земного шара из остатков околоземного пылевого роя. Однако непонятно, почему Земля и Луна, если они действительно сформировались из одной и той же части протопланетного газово-пылевого облака, имеют совершенно разные средние плотности ($5,5 \text{ г/см}^3$ и $3,3 \text{ г/см}^3$). Да и по химико-минералогическому составу лунные породы заметно отличаются от земных.

А как объяснить тот факт, что в Море Спокойствия было найдено три совершенно новых минерала? Не здесь ли кроется начало разгадки истории происхождения Луны? Пока ясно только одно: Луна не является «родной дочерью» Земли, она никогда не отделялась от нее — никогда не была частью нашей планеты.

Здравствуй, комета!

1986 год начался со знаменательного астрономического события: из межпланетных глубин возвратилась давнишняя «небесная гостья» землян — комета Галлея. И хотя «свидание» с ней оказалось на этот раз неудачным: комета не подошла к Земле ближе чем на 62 миллиона километров, а в наших северных широтах в период максимального сближения она и вовсе не была видна, интерес к комете повсюду проявлялся большой.

...Одна из встреч с очевидцем кометы Галлея состоялась в Доме пионеров Невского района Ленинграда. К ребятам из кружка «Космос и космонавтика» пришел почетный гость — Николай Николаевич Струве, правнук основателя Пулковской обсерватории Василия Яковлевича Струве.

— Это было потрясающее зрелище, — рассказывал очевидец феерического небесного явления. — Голова кометы находилась у горизонта, а ее хвост простирался до зенита — самой высокой точки на небосводе.

— Как же мы такого не заметили?! — раздался вдруг раздосадованный мальчишечий возглас.

Но стоило ли огорчаться? Ведь Николаю Николаевичу посчастливилось наблюдать знаменитую комету не в 1986-м, а в 1910 году — во время ее предыдущего возвращения к Солнцу.

Тогда он был таким, как те ребята, что собрались теперь на встречу с ним, и даже чуточку моложе...

Семья Струве подарила миру шесть выдающихся астрономов. Последним представителем прославленной «астрономической династии» был Отто Людвигович Струве — тоже правнук В. Я. Струве. А Николай Николаевич?

Он инженер-путеец, прямого отношения к астрономии не имеет. И все же... Еще в предвоенные годы работал на изысканиях трассы БАМа — будущей Байкало-Амурской железной дороги. В ту пору места эти были совершенно дикие, и знание звездного неба не раз выручало первопроходцев из беды. Однажды, увлеченные работой, они не заметили, как на тайгу опустилась ночь. Надо было возвращаться в лагерь. Но куда идти? Вокруг крошечная тьма, и только небо усыпано яркими звездами...

Николай Николаевич, сверившись со звездами, правильно выбрал направление, и люди благополучно добрались до своей стоянки.

Однако вернемся к знаменитой комете.

Николай Николаевич был не первым в семье Струве, видевшим эту редкую «небесную гостью». Первым ее наблюдал его прадед Василий Яковлевич Струве. Он же составил и первую в России научную программу наблюдений кометы Галлея в канун ее появления в 1835—1836 годах.

В середине октября 1835 года комета красовалась на темном осеннем небе. По блеску она соперничала с Вегой — самой яркой северной звездой, и до конца года ее можно было наблюдать невооруженным глазом. Изменения, происходившие тогда с кометой, были настолько поразительны и непредсказуемы, что астрономы сравнивали их с превращениями разбойников в Дантовом аду. Самым удивительным была полная потеря кометой хвоста еще до прохождения через перигелий*.

Известно, что наблюдения В. Я. Струве по точности почти не уступают современным. Так было и с наблюдениями кометы Галлея. Они помогли уточнить ее орбиту и предсказать дату ее возвращения к Солнцу в 1910 году и даже последнего — 9 февраля 1986 года. Наблюдения В. Я. Струве послужили также основой для создания академиком Ф. А. Бредихиным теории образования кометных хвостов.

...Вычисляя обстоятельства встречи с кометой Галлея в 1910 году, астрономы установили: ядро пролетит в стороне от земного шара, но гигантский хвост кометы заденет Землю. Был даже назван день необычного космического «свидания»: 19 мая!

Наконец наступило 19 мая 1910 года — день, которого многие люди ждали с трепетным страхом. Астрономы не ошиблись. Земля действительно погрузилась в хвост кометы. И только ученые отнеслись к этому событию с должным спокойствием и понимани-

* Перигелий — ближайшая к Солнцу точка орбиты кометы или планеты.

ем. Они решили провести геофизические наблюдения за проникновением кометного вещества в земную атмосферу.

В «роковой» день пассажиры одного из волжских пароходов обратили внимание на то, что вся палуба и ванты были сплошь покрыты каким-то порошком желтого цвета. «Не иначе, как из воздуха выпало вещество кометного хвоста», — подумал капитан.

Вскоре бутылочка с «подозрительным» порошком была доставлена в астрономическую обсерваторию. Анализ показал, что это была пыльца, образующаяся в мае при цветении сосны. Ученым так и не удалось заметить ничего необычного, связанного с «прогулкой» Земли внутри кометного хвоста. Он оказался прозрачным! Астрономы тысячу раз правы, когда шутливо называют хвостатых космических исполинов «видимое ничто».

И вот в 30-й раз на памяти людей комета Галлея появилась в небе Земли. И пусть условия для ее наблюдений были неблагоприятные, но объединение научных усилий в рамках единой международной и советской программы дало прекрасные результаты.

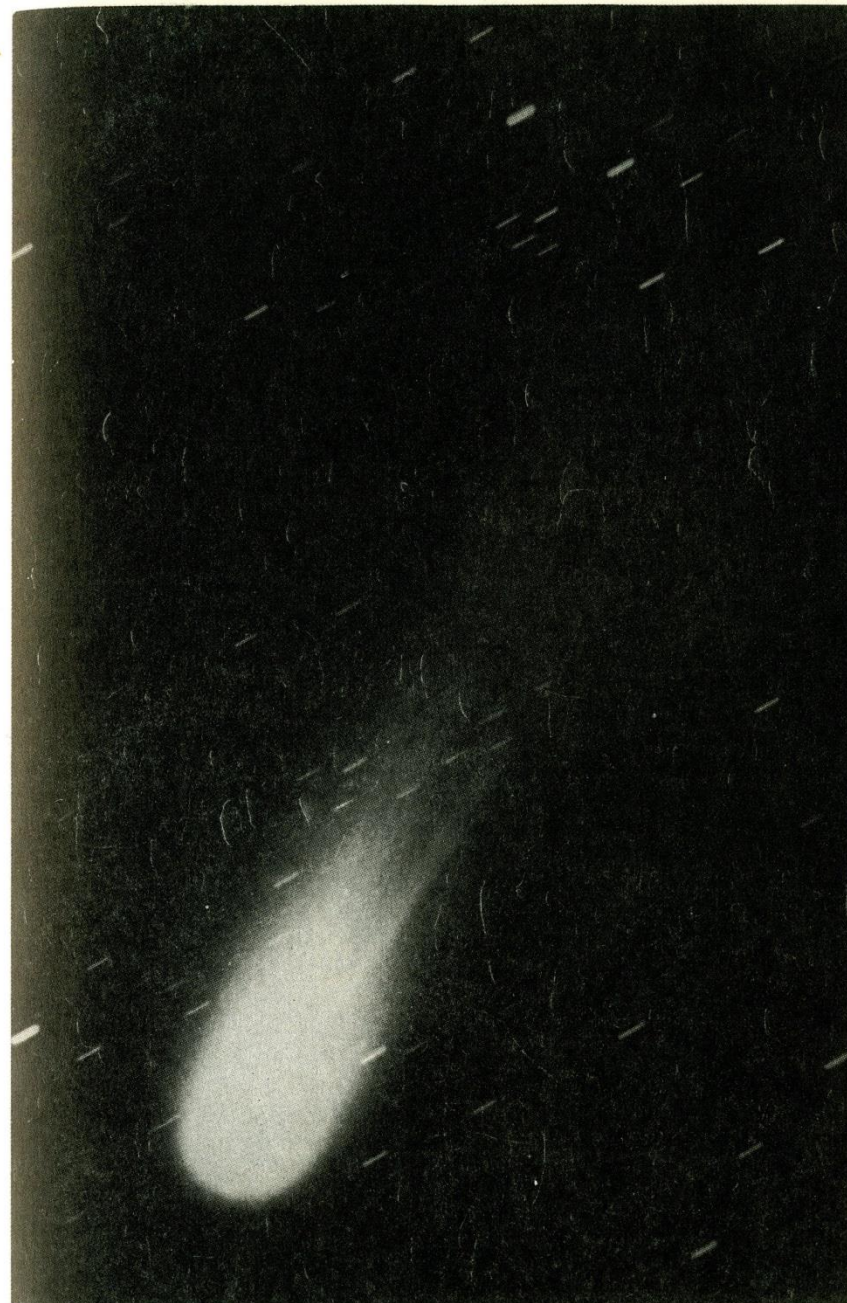
Готовясь к встрече с кометой Галлея, пулковские ученые еще задолго до ее сближения с Землей разработали свою программу наземных наблюдений кометы. Основная ее задача, как и первой научной программы В. Я. Струве, состояла в определении точных положений хвостатой «звезды» на небесной сфере.

Читателю может показаться, что астрометрические наблюдения кометы, результатом которых является знание ее точных координат, — задача вроде бы второстепенная. Другое дело — исследование структуры и состава ее ядра или же процесса свечения кометных газов...

Бесспорно, астрофизические кометные явления более привлекательны, нежели определение положений кометы среди звезд. Но без астрометрии не обойтись. Судите сами: к комете Галлея было отправлено четыре космических аппарата, в том числе две наши «Веги». Встреча каждой автоматической межпланетной станции с кометой должна была произойти в заранее рассчитанной точке околосолнечного пространства. Но чтобы не промахнуться, чтобы такая встреча состоялась, надо знать истинную орбиту «небесной странницы». Для этого и наблюдалась комета в Пулковке на самом крупном в СССР 65-сантиметровом телескопе-рефракторе и фотографическом телескопе — астрографе.

Полученные на негативах изображения кометы «привязывались» к опорным звездам с известными координатами, в результате определялись координаты кометы на определенные моменты времени. А что же дальше?

Астрометрические данные по комете незамедлительно поступали в ряд институтов, в том числе в Институт теоретической астрономии Академии наук СССР, где по ним с помощью ЭВМ уточнялась орбита кометы. А зная истинную орбиту кометы Галлея, в Центре управления полетами подавались команды на корректировку траекторий движения «Веги-1» и «Веги-2». Результа-



Комета Галлея в дни сближения с Землей в апреле 1986 г. Снимок сделан пулковскими астрономами, работающими в экспедиции в Боливии. Подарен автору этой книги руководителем боливийской экспедиции Хейно Иогановичем Поттером.

ты пулковских наблюдений использовались также для корректировки полета японского космического аппарата «Планета-А» и европейского — «Джотто».

Условия наблюдений кометы Галлея в период ее последнего возвращения к Солнцу оказались удобными только на самом юге нашей страны; наилучшими же — в Южном полушарии Земли. При составлении Пулковской программы это было учтено. Оперативные астрометрические наблюдения кометы велись вблизи Ордубада, в Нахичеванской АССР, где находится одна из южных баз Пулковской обсерватории. Определением положений кометы на небесной сфере пулковцы занимались и в Южном полушарии — в Боливии. Там много лет подряд работает наша экспедиция по составлению нового каталога южных звезд. Руководит этой экспедицией старший научный сотрудник Пулковской обсерватории Хейно Иоганович Поттер.

Конечная цель проводившихся во всем мире наблюдений кометы Галлея — это получение новых физико-химических данных о знаменитой комете и о кометах вообще. Поэтому пулковские ученые дополнили свою «кометную программу» астрофизическими исследованиями.

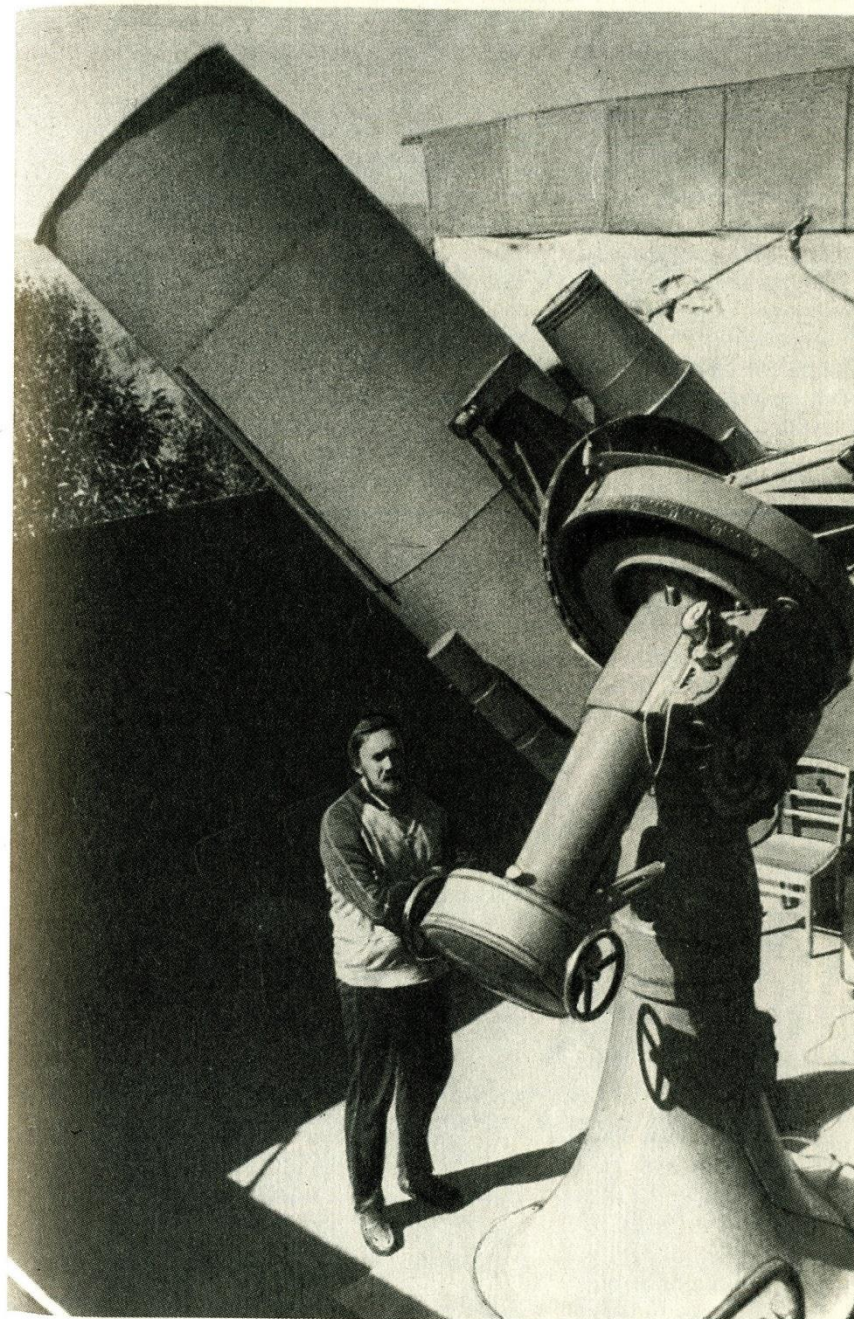
В Пулковской обсерватории был сконструирован и изготовлен оригинальный восьмицветный фотометр, позволяющий вести исследования одновременно в восьми областях спектра. Этот инструмент и был использован для получения спектра кометы Галлея в обсерватории в Зайлийском Алатау, недалеко от Алма-Аты.

Оказалось, что комета Галлея является сильным источником инфракрасного (теплого) излучения. Это могло означать, что в ее газовой оболочке много пыли. Полеты космических аппаратов подтвердили результаты наших спектральных наблюдений.

14 марта 1986 года, когда станция «Джотто», пролетая через голову кометы, приближалась к ее ядру, ей пришлось буквально прорываться сквозь «пылевую завесу». Каждую секунду регистрировались столкновения примерно со 120 частицами. А за две секунды до прохода станции на кратчайшем расстоянии от кометного ядра, равном примерно пятистам километрам, связь внезапно оборвалась. Видимо, столкновение с крупной частицей нарушило ориентацию станции и ее бортовая остроуправленная антенна «потеряла» Землю.

Главная часть кометы — ее ядро. Наибольшим признанием у исследователей пользуется модель ледяного ядра, состоящего из смеси замерзшей воды и замороженных газов с вкраплениями тугоплавких каменных и металлических частиц. Образно говоря, кометное ядро похоже на гигантский загрязненный айсберг.

Но еще никому ни при каких обстоятельствах не удавалось разглядеть это загадочное ядро, которое вуалируется обильными истечениями газа и облаками пыли. А ведь познать физическую природу ядра означало бы найти ключ к разгадке многих кометных явлений.



Лунно-планетный телескоп на одной из южных баз Пулковской обсерватории вблизи Ордубада. Сергей Васильевич Толбин готовит инструмент для наблюдения кометы Галлея.

Впервые «увидели» ядро кометы Галлея оптические приборы советских автоматических межпланетных станций «Вега». Как и предполагалось, оно представляет собой конгломерат, то есть механическое соединение льда и тугоплавких частиц. Ядро монолитное, имеет неправильную вытянутую форму. Размер его по большей оси 16 километров и около 8 километров — в поперечнике. По виду оно несколько напоминает спутник Марса Фобос. Объем ядра — около 500 кубических километров, а его масса достигает 300 миллиардов тонн.

По данным измерений космических аппаратов, за одно прохождение кометы Галлея около Солнца ее ядро теряет примерно 400 миллионов тонн массы главным образом в виде испаряющейся воды и газов. Покидая ядро, молекулы водяного пара увлекают за собой и более мелкие частицы пыли. Следовательно, запасов летучих веществ в кометном ядре должно хватить на сто и более проходов «небесной странницы» вблизи центрального светила. А так как период обращения ее по орбите составляет 75—76 лет, то время активной жизни кометы будет измеряться десятками тысяч лет.

В следующий раз комета Галлея должна приблизиться к Солнцу в 2061 году, 28 июля. Наеюсь, что наши юные читатели дождутся свершения этого знаменательного события. Вначале они отметят столетие полета в космос Юрия Алексеевича Гагарина, а потом будут наблюдать комету Галлея...

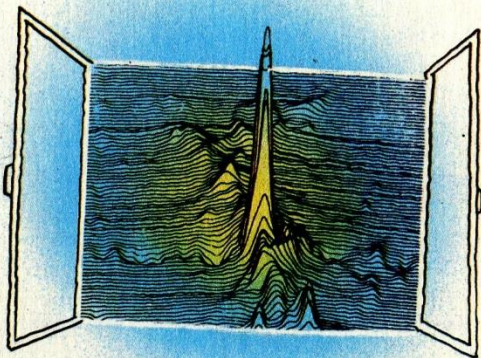
Хотелось бы верить, что, когда знаменитая комета вновь появится на земном небе, люди всех стран и континентов, спаянные узами мира, дружбы и сотрудничества, встретят свою старую «небесную знакомую» новыми замечательными проектами и достижениями.



7

НОВОЕ НА ЗВЕЗДНОЙ КАРТЕ





Небесные радиостанции

То, о чем сейчас будет рассказано, произошло в конце февраля 1942 года, во время второй мировой войны. Радары противовоздушной обороны Британской армии были внезапно заглушены очень сильной помехой. По этой причине фашистские самолеты не были вовремя замечены, и им удалось нанести бомбовые удары по тыловым объектам англичан.

Такое повторялось несколько раз. Британская военная разведка получила задание обнаружить вражескую радиостанцию, создающую «шумы» на метровых волнах (именно на таких волнах работали радары), и уничтожить ее. Поиски привели к неожиданному результату. Источник помех был обнаружен, но совсем не на Земле, а в космосе, в ста пятидесяти миллионах километрах от нашей планеты. Им оказалось... Солнце!

Пока шла война, это открытие сохранялось в обстановке строжайшей секретности, и только в 1946 году о нем было сообщено в печати. Ученые связали интенсивное радиоизлучение Солнца с большой группой солнечных пятен, которая с 26 по 28 февраля 1942 года проходила через центральный меридиан дневного светила и испускала радиоволны прямо в сторону Земли. И кто бы мог подумать, что не пройдет и двух десятилетий, как радиометоды станут одним из способов изучения Вселенной!

Двенадцать миллиардов световых лет — таковы масштабы расстояний, с которых сегодня принимается радиоизлучение «небесных радиостанций». Но и это не предел. Конструируется аппаратура для улавливания «радиоголоса» более далеких космических объектов. Обсуждаются проблемы радиосвязи с инопланетными цивилизациями... И все это стало возможно благодаря огромным успехам современной радиоастрономии.

Радиоастрономия — новая область астрофизики. Она возникла на базе достижений радиотехники и в настоящее время быстро развивается. На ее счету уже немало открытий, которые по своему значению для познания Вселенной следует отнести к числу самых важных. Это открытие радиогалактик, квазаров, пульсаров и других «дикивинок» Вселенной. А сколько интересного ожидает исследователей впереди!

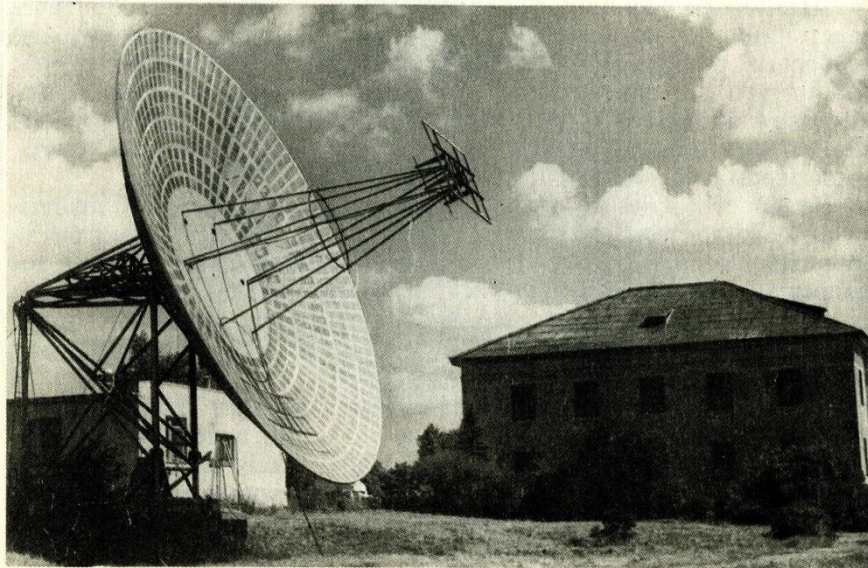
Благодаря тому, что радиоастрономия изучает небо в радиоволновом диапазоне, она не дублирует оптические наблюдения, а удачно дополняет их. Так мы узнали о существовании объектов, которые почти не светятся, но зато обладают мощным «радиоголосом». А размеры некоторых из них в радиоизлучении, как, например, Солнца, оказались в несколько раз больше видимых размеров.

Одним словом, радиоастрономия открыла нам совсем новое «небо». Она помогла человеку увидеть то, что недоступно для самой совершенной астрономической оптики. И еще: радиоастрономические наблюдения почти не зависят от капризов погоды.

Для улавливания радиоизлучения, поступающего к нам из космоса, применяются специальные радиотелескопы, которые работают в диапазоне волн от нескольких миллиметров до 30 метров. Границы этого диапазона определяются «окном» радиопрозрачности земной атмосферы.

Принцип действия радиотелескопа тот же, что и оптического: он собирает электромагнитную энергию. Только вместо линз или зеркал в радиотелескопах используются антенны. Очень часто антенна сооружается в виде огромной параболической чаши. Ее отражающая металлическая поверхность концентрирует радиоизлучение наблюдаемого объекта на небольшой приемной антенне-облучателе, которая помещается в фокусе параболоида. В результате этого в облучателе возникает слабый электрический ток. По специальным волноводам он передается в очень чувствительный радиоприемник, настроенный на длину рабочей волны радиотелескопа. Этот радиоприемник является своеобразным «радиоглазом» телескопа. Здесь электрический ток (преобразованный радиосигнал) усиливается и поступает в самопишущий прибор. И вот уже на движущейся ленте самописец вычерчивает непрерывную кривую интенсивности входного радиосигнала...

По образному выражению поэта, астрономы, оставаясь наедине со Вселенной, с помощью своих радиотелескопов вслушива-



Радиотелескоп с параболической антенной в Пулкове.

ются в «шорохи звезд»... Однако это совсем не так. «Небесная симфония» лишена всякой музыкальности. Да и в исследовательских целях принимать на слух «радиоголоса звезд» было бы бесполезным занятием. Другое дело — сделать графическую запись космического радиоизлучения, а такую запись можно обстоятельно изучать. Следовательно, радиоастрономы не «слышат» «шороха звезд», а «видят» его на разграфленной миллиметровой бумаге.

Если посмотреть в оптический телескоп на какое-нибудь небесное тело или просто на звезды, то можно увидеть сразу все то, что попадает в поле зрения телескопа.

С радиотелескопом дело обстоит сложнее. Там всего лишь один приемный элемент (облучатель), поэтому изображение строится построчно — путем последовательного прохождения источника радиоизлучения через луч антенны, то есть подобно тому, как на экране телевизора.

В 1954 году отдел радиоастрономии был организован в Пулковской обсерватории. Его создал и возглавил крупный специалист в области радиотехники, один из пионеров советской радиоастрономии Семен Эммануилович Хайкин (1901—1968).

Поначалу пулковские радиоастрономы стали применять для наблюдений радиотелескопы с параболическими чашеобразными антеннами. Но бывают и другие конструкции радиотелескопов, например с многодипольными антеннами. Такая антенна состоит из многих параллельных металлических диполей (стержней), на-

поминающих обычные телевизионные антенны, и представляет собой довольно сложное и грандиозное инженерное сооружение.

Спрашивается: почему радиотелескопы стараются делать очень большими? Какая в этом необходимость?

Создание огромных радиотелескопов продиктовано двумя причинами, и прежде всего необходимостью повысить их чувствительность. Ведь в большинстве случаев радиоизлучение далеких космических объектов несет слишком мало энергии. Способность же радиотелескопа собирать энергию зависит от размеров его антенны: чем больше площадь антенны, тем больше энергии она улавливает.

У первых радиотелескопов была очень малая разрешающая способность, то есть возможность телескопа разделять для наблюдателя два очень близких на небе объекта. Если у лучших оптических телескопов она достигает 0,05 секунды дуги, то у радиотелескопов разрешающая сила приближалась к одному градусу. Иначе говоря, радиотелескоп не позволял точно определить положение наблюдаемого объекта на небе, он не способен был различать детали на Солнце и на поверхности Луны и планет. Выход из этого затруднения был тот же — увеличение поперечника антенны. Росли размеры антенны — росла и разрешающая способность телескопа.

Самый большой в мире радиотелескоп с вращающимся параболом диаметром 76 метров установлен в английской обсерватории Джодрелл Бэнк. А на острове Пуэрто-Рико, в кратере потухшего вулкана, американские радиофизики соорудили радиотелескоп с неподвижной сферической антенной. Ее диаметр максимальных размеров — 305 метров!

Но радиотелескопы-гиганты за очень редким исключением не могут работать в диапазоне миллиметровых и сантиметровых волн. И это понятно. Большие металлические чаши очень трудно изготовить с высокой точностью, чтобы отклонения элементов конструкции антенны от расчетной математической поверхности (параболической или сферической) не превышали одного миллиметра, а то и долей миллиметра*.

Ко времени организации в Пулковской обсерватории отдела радиоастрономии возможности тогдашней радиоастрономической техники начали исчерпываться. И чтобы успешно развивать советскую радиоастрономию, требовалось правильно выбрать перспективное научное направление и определить наиболее благоприятный для наблюдений диапазон радиоволн.

Большинство радиоастрономов в мире работало на метровых волнах. Однако наблюдению в метровом диапазоне далеких и слабых радиоисточников мешает высокий уровень естественных

* Точнее, отклонения не должны превышать одной десятой длины рабочей волны радиотелескопа. Например, если прием идет на волне 1 сантиметра, то отклонения допускаются не более 1 миллиметра.

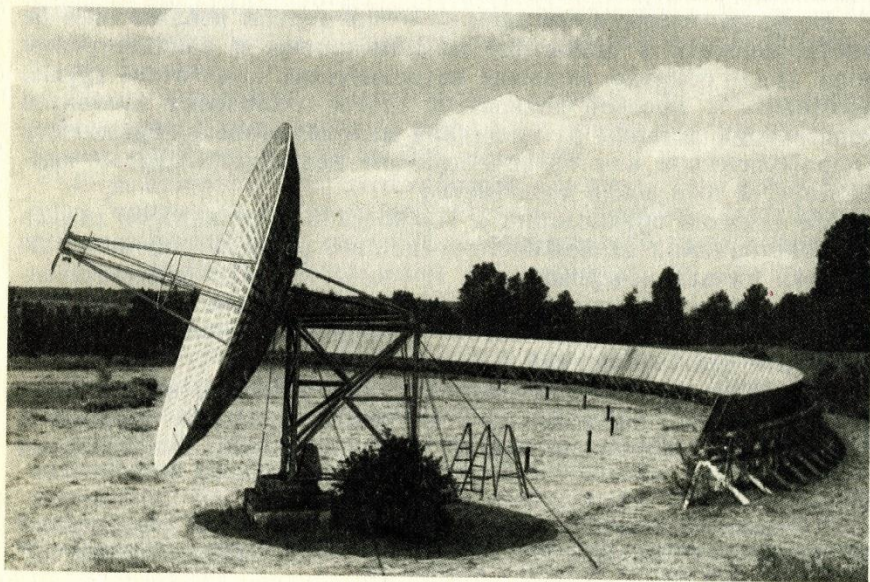
помех. К тому же, имея дело с метровыми радиоволнами, наблюдатель лишен возможности определить точные координаты небесного радиообъекта, а зачастую и отождествить его с оптическим (видимым) объектом. Следует помнить, что от рабочей длины волны зависит и конструкция будущего радиотелескопа.

Пулковские радиоастрономы направили свои усилия на освоение коротковолновой части радиодиапазона и сумели создать радиотелескоп новой системы. Это большой пулковский радиотелескоп, или сокращенно БПР. Его антенна сделана наподобие веера (размер — 135 метров по дуге окружности) и состоит из 90 отдельных плоских подвижных металлических щитов. Все они расположены на прочном круговом фундаменте с радиусом 100 метров.

Для наведения радиотелескопа в определенную точку неба каждый щит имеет некоторую свободу движения. Перед наблюдениями щиты устанавливаются по определенной программе так, чтобы образованная ими многогранная поверхность приближалась к параболической в виде дугообразного пояса (отклонения краев щитов от воображаемой параболической поверхности находятся в пределах допуска). Подобного рода антенна получила название антенны переменного профиля.

Главного создателя большого пулковского радиотелескопа Семена Эммануиловича Хайкина Академия наук СССР наградила Золотой медалью имени выдающегося русского физика, изобретателя радио Александра Степановича Попова.

Большой пулковский радиотелескоп (БПР).



В 1967 году БПР был модернизирован и приспособлен для работы на волне 8 миллиметров. При этом была достигнута рекордная разрешающая способность: 15 угловых секунд.

Высокая разрешающая способность пулковского радиотелескопа оказалась весьма кстати для детального изучения небесных тел с небольшими угловыми размерами, как, например, планет Солнечной системы.

Большая часть электромагнитного излучения планет — это просто отраженный солнечный свет. Но планеты излучают и собственные инфракрасные волны; несколько меньше — в радиодиапазоне. Измеряя величину этого излучения, можно определять их температуру.

Когда пулковские радиоастрономы стали исследовать планеты, то один из первых сюрпризов преподнесла им Венера. Ее радиоизлучению соответствовала очень высокая температура — не менее 600°K , или 327 градусов по Цельсию.

Конечно, никто не ожидал такого результата. Было высказано предположение, что радиоизлучение исходит не от поверхности планеты, а от венерианской ионосферы. Кстати, верхние слои земной ионосферы имеют температуру около 1000 градусов Цельсия! Однако это вовсе не означает, что в ней много тепла. Высокая температура ионосферной плазмы свидетельствует о больших скоростях движения газовых частиц, возбужденных излучением Солнца. А так как ее плотность ничтожна, то практически эта температура не ощущается. Оказавшись в ионосфере, мы бы не сгорели, а замерзли. И это несмотря на температуру в тысячу градусов! Но где генерируется высокая температура на Венере?

Пулковские радиоастрономы изучили распределение «радиояркости» по диску планеты на волне 10 сантиметров и пришли к выводу, что ионосфера здесь ни при чем. Высокая температура исходит от поверхности планеты. А вскоре советские автоматические межпланетные станции «Венера» подтвердили: венерианская поверхность действительно горячая, как плита. В некоторых местах она раскалена до 474 градусов Цельсия!

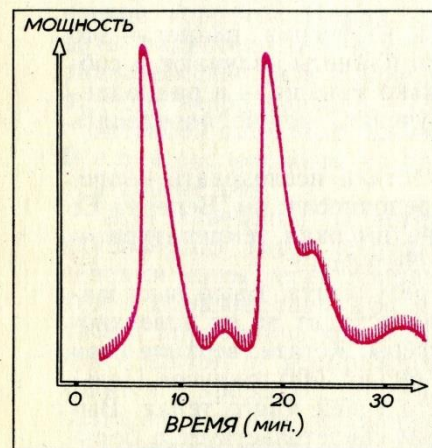
Если радиоизлучение Венеры имеет тепловую природу и отличается своим постоянством, то гигант Юпитер ведет себя исключительно бурно. После активного Солнца — это самый сильный радиоисточник в Солнечной системе.

Радиоизлучение Юпитера соответствует температуре, которая превышает $25\,000^{\circ}\text{K}$, но никто из астрономов всерьез не принимает ее за подлинную температуру планеты. Последняя надежно измерена и на границе верхнего облачного слоя составляет минус 140 градусов Цельсия. И все же нет ли здесь противоречия?

Пулковские радиоастрономы на протяжении многих лет изучают радиоизлучение Юпитера. Из анализа этих наблюдений было установлено, что планета обладает мощным магнитным полем и окружена обширными поясами радиации. Басови-

тый «радиоголос» Юпитера исходит именно из этих поясов, насыщенных заряженными частицами высоких энергий.

Время от времени Юпитер посылает еще сильные радиовсплески. Иногда только в течение одной секунды всплеска высвобождается энергия, которая эквивалентна энергии взрыва мегатонной водородной бомбы!



Запись радиовсплесков «возмущенного» Солнца.

Чем вызваны эти всплески?

Вероятно, они связаны с какими-то плазменными процессами в юпитерианской ионосфере либо с мощными электрическими атмосферными разрядами.

Главным объектом радиоастрономических исследований в Пулкове является Солнце. Как и всякое нагретое тело, оно испускает радиоволны. Тепловое радиоизлучение спокойного Солнца постоянно и исходит из хромосферы светила. Но стоит только появиться пятнам или произойти вспышке, как на фоне спокойного радиоизлучения возникают мощные усиления, или всплески, активного Солнца. Во время вспышки радиоизлучение великого светила скачкообразно возрастает в тысячи, а то и в миллионы раз!

Причины таких внезапных всплесков еще далеко не установлены, как не вполне ясен и механизм самих солнечных вспышек.

Новые возможности в изучении Солнечной системы появились с развитием радиолокационных наблюдений. В этом случае радиотелескоп выступает в роли радиолокатора: посылает мощные радиоимпульсы в направлении исследуемого небесного тела. Высокочастотный импульс, который распространяется со скоростью света, достигает поверхности небесного тела, отражается от нее и вновь возвращается в антенну радиолокатора. Измеряя время между моментом подачи импульса и момента его возвращения и зная скорость распространения сигнала, можно найти расстояние до объекта наблюдения.

Так с помощью отраженного «эха» с большой точностью было измерено расстояние до Венеры и заново вычислено значение астрономической единицы (среднего расстояния от Земли до Солнца). Астрономическая единица — основной «метр» для определения масштабов Вселенной, и точное знание этого «метра» очень важно.

Используя данные радиолокационных измерений расстояний между Землей и планетами, советские ученые смогли создать единую теорию движения внутренних планет Солнечной систе-

мы — Меркурия, Венеры, Земли и Марса. Новая теория позволяет предсказывать расстояния до планет с невиданной доселе точностью — 0,5—2,0 километра, что очень важно для целей практической космонавтики. Создатели этой теории удостоены Государственной премии СССР. В числе ее авторов — нынешний директор Пулковской обсерватории Виктор Кузьмич Абалакин.

Гиганты двадцатого века

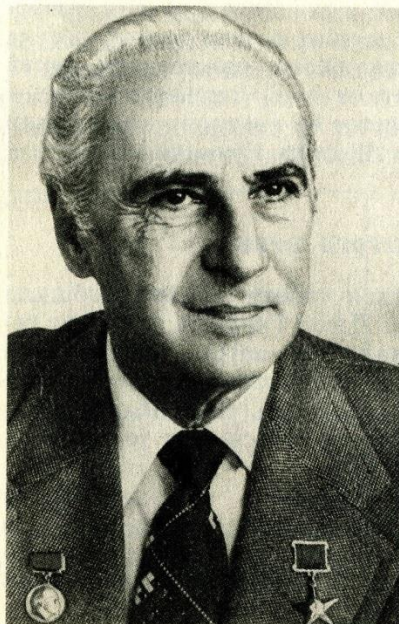
В августе 1835 года нью-йоркская газета «Сан» сообщила читателям, что знаменитый астроном Джон Гершель построил телескоп с диаметром главного зеркала 7,2 метра. Используя открытый английским физиком Дэвидом Брюстером метод «переливающегося искусственного света», Гершель стал обладателем столь мощного оптического инструмента, что сможет теперь разглядеть на Луне даже бабочек...

Вы, конечно, догадались, что история с чудо-телескопом оказалась вымыслом, который вскоре удалось разоблачить. Но она убедительно показала, насколько велик интерес общественности к астрономическим открытиям, к созданию более совершенных телескопов.

Люди всегда устремляли свои взоры к звездному небу и, стремясь проникнуть в самые глубины мироздания, совершенствовали методы и технику астрономических наблюдений. Вершиной на этом пути стал 6-метровый советский телескоп-великан. Правда, увидеть в него бабочек на Луне нельзя, даже если бы они там порхали, а вот луч карманного фонарика, включенного космонавтом на ночном полушарии нашей спутницы, можно было бы заметить.

Мысль о постройке самого большого в мире телескопа-рефлектора с зеркалом диаметром 6 метров зародилась в Пулковской обсерватории. На одном из заседаний решался вопрос: быть или не быть шестиметровому телескопу. Один ученый, не поддерживавший тогда идею его создания, сострил: известны-де на Руси царь-колокол, царь-пушка, а теперь появится и царь-телескоп... Казалось, услышав такие слова, обычно невозмутимый Александр Александрович Михайлов вспылит. Но он промолчал и только с укором взглянул на противника... И всем стало ясно, о чем думал тогда директор Главной обсерватории страны. Астрономы и конструкторы сошлись на одном: большой телескоп необходим, его надо строить.

В 1952 году в Пулковской обсерватории был создан отдел астрономического приборостроения, который возглавил выдающийся советский оптик, изобретатель менисковых систем Дмитрий Дмитриевич Максutow. Основная цель организации этого отдела заключалась именно в разработке технических заданий на сооружение 6-метрового телескопа.



Баграт Константинович Иоаннисиани.

Главным конструктором самого большого в мире телескопа был назначен доктор технических наук, лауреат Ленинской премии (впоследствии Герой Социалистического Труда) Баграт Константинович Иоаннисиани (1911—1985). Судьба этого человека была неразрывно связана с Ленинградом, с Пулковской обсерваторией, с историей отечественного телескопостроения. Всю свою творческую жизнь он посвятил созданию уникальных астрономических инструментов.

У Баграта Константиновича была уже за плечами солидная практика астрономического приборостроения. Но с чем сравнить шестиметровый рефлектор? Его создание было подлинно научно-технической эпопеей, которой не знала мировая наука. По своей сложности и значению ее можно было поставить в один ряд с такой грандиозной задачей, как постройка и запуск космического корабля. Здесь тоже решались проблемы высшего порядка.

Расчеты, сделанные Главным, показали, что будущий шестиметровый телескоп — это огромная, очень тяжелая 850-тонная машина и в то же время — точнейший оптико-механический инструмент. Сочетание циклопических габаритов и филигранной работы порождало невероятные трудности. Но одна проблема особенно волновала: какую монтировку выбрать для трубы телескопа весом в 280 тонн? Ведь от того, какая будет у нее опора, зависят точность и качество наблюдений.

Обычно телескопы монтируются по экваториальной схеме*: одна из осей инструмента устанавливается параллельно оси вращения Земли, другая — ей перпендикулярно. Так удобно вести наблюдения: для слежения за небесным светилом достаточно поворачивать телескоп с помощью часового механизма только вокруг одной — полярной — оси. Но придать оси шестиметрового великана традиционную ориентацию было невозможно. Сила земного тяготения неизбежно искривила бы оптико-механическую систему массивного телескопа, расположенного под углом к горизонту.

* См. примечание на с. 49.

Пулковские ученые Олег Александрович Мельников и Николай Николаевич Михельсон доказали, что опорно-вращающаяся часть инструмента (в данном случае вилка, удерживающая двадцатичетырехметровую трубу) должна располагаться строго вертикально. Тогда вся нагрузка от трубы будет передаваться вертикальной оси инструмента и телескоп получится симметричным и компактным.

Подобного рода азимутальная монтировка и была применена для нового телескопа. Отсюда его название: БТА-6 — большой телескоп азимутальный шестиметровый.

Однако, чтобы постоянно видеть светило в поле зрения телескопа, в азимутальной установке необходимо непрерывно вращать инструмент вокруг обеих осей (вертикальной и горизонтальной). Причем вращать с переменной скоростью. Эту чрезвычайно сложную задачу удалось решить с помощью электронного логмана — специальной ЭВМ. Сидящий у пульта оператор набирает координаты, и телескоп автоматически наводится на нужный небесный объект. Затем включается фотогид, ведущий трубу телескопа за звездой, и наблюдатель может быть спокоен: небесное светило будет удерживаться в поле зрения телескопа с точностью до десятых долей секунды дуги.

Но как добиться, чтобы с такой микроскопической точностью разворачивалась бы вся подвижная часть БТА? Ведь ее масса достигает 650 тонн, а трение, между прочим, исчезающе мало.

Секрет в масляной подушке. Вращающаяся махина плавает на масляной пленке толщиной в десятую долю миллиметра. Именно это и обеспечивает легкость, плавность и точность движения гигантского телескопа.

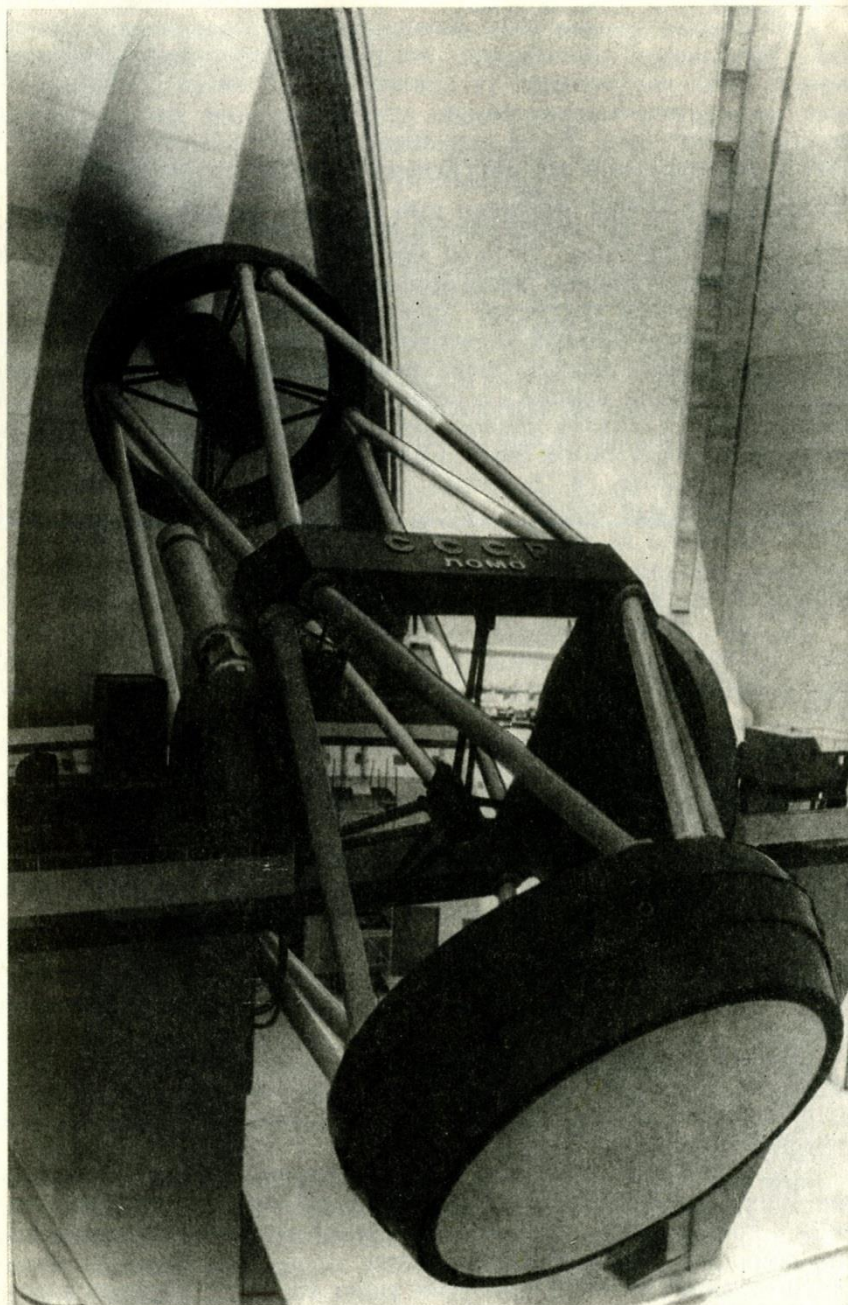
Один американский журналист, рассказывая о тех сложнейших задачах, которые приходилось решать конструкторам БТА, писал: «Это все равно что научить слона ходить по проволоке...»

Да, создание БТА было дерзостью, но дерзостью вполне обоснованной, опиравшейся на точный научный расчет и техническую смекалку, присущую нашим конструкторам, инженерам и рабочим.

Особый рассказ о волшебном зеркале БТА. Как и вся механическая конструкция телескопа, оно уникально. На его отливку потребовалось ни много ни мало — семьдесят тонн лучшего оптического стекла.

После отливки происходило медленное охлаждение: стеклянная масса остывала в течение двух лет. А затем оптики приступили к превращению этой самой большой заготовки за всю историю мирового стеклоделия в зеркало.

На обдирку 28 тонн припуска ушло 15 тысяч каратов алмаза. Работа потребовала исключительного внимания и осторожности. Ведь снятый по ошибке слой обратно к диску не приклеишь.



Самый большой в мире 6-метровый телескоп-рефлектор.

Затем начался следующий этап обработки — шлифовка, или придание лицевой поверхности отражателя необходимой параболической формы. Но еще более ответственными были полировка и окончательная доводка зеркала, когда приходилось удалять... микронные доли. Постоянный контроль за этой весьма тонкой операцией совершали специальные оптические приборы.

Почти шесть лет доводились до совершенства все 28 квадратных метров параболической поверхности, пока оптики не заявили: отклонения в пределах допуска не превышают десятой доли микрона! И тогда волшебное зеркало получило «добро» на доставку в резиденцию БТА — на Северный Кавказ.

* * *

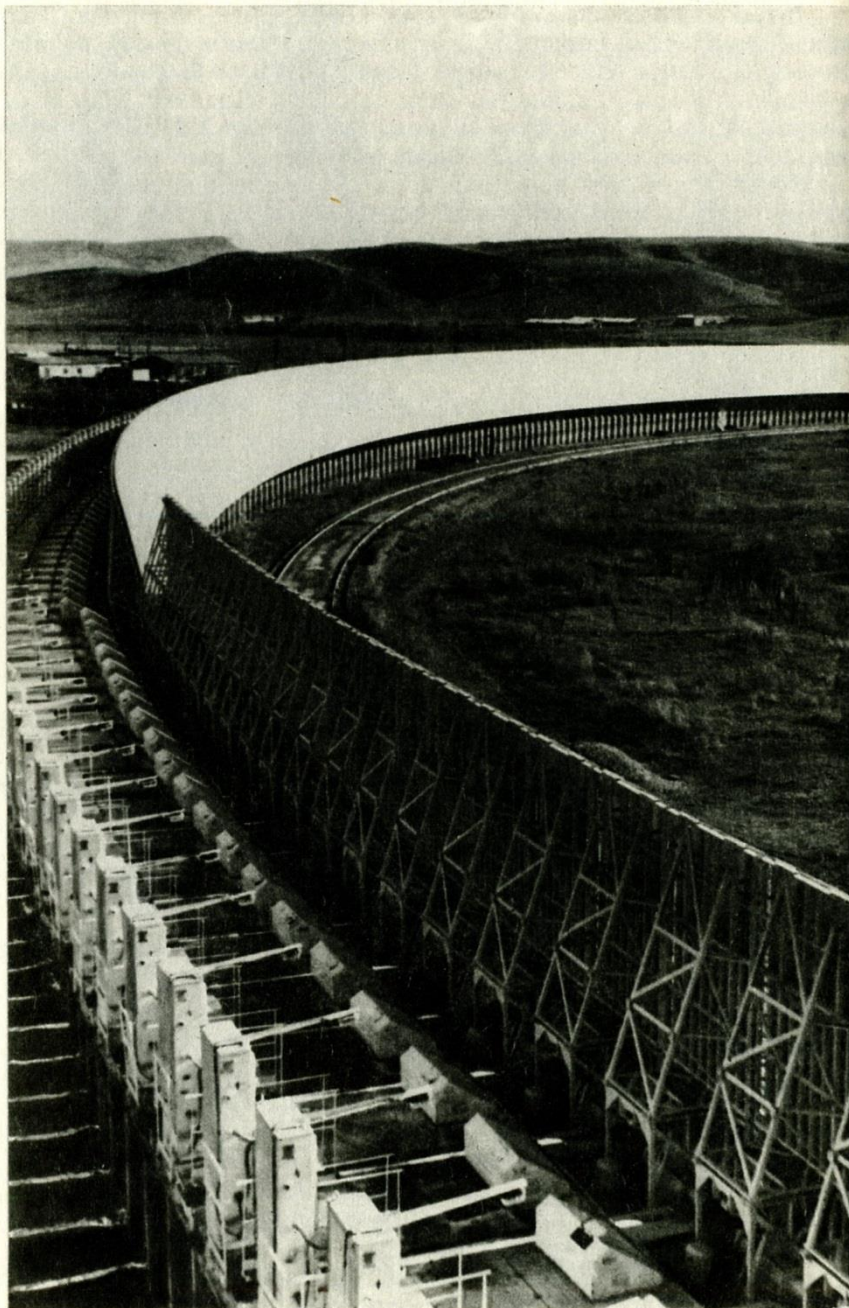
В Карачаево-Черкессии Ставропольского края, в предгорьях Большого Кавказского хребта, есть станица Зеленчукская. Многие годы оставалась она неизвестной, как вдруг о ней заговорили во всем мире. Поводом для этого послужило строительство в окрестностях станицы Специальной астрофизической обсерватории Академии наук СССР.

Когда было принято решение о необходимости создания шестиметрового телескопа, ученые занялись поиском места для обсерватории, достойного этого гиганта. Из Пулково были направлены экспедиции в разные районы Кавказа, Крыма и Средней Азии. Астрономы остановили свой выбор на горе Пастухова в отрогах Большого Кавказского хребта. Километрах в сорока от нее находилась станица Зеленчукская...

Наблюдения на БТА-6 начались в 1975 году, а через два года возле станицы был построен второй гигант, РАТАН-600 — радиоастрономический телескоп Академии наук СССР, с антенной диаметром 600 метров. Так нежданно-негаданно станица Зеленчукская превратилась в один из крупнейших центров исследования Вселенной. Она стала и крупнейшим центром паломничества ученых всего мира.

РАТАН-600 тоже уникален. В мире нет другого, подобного ему по конструкции. Прообразом его стал радиотелескоп с антенной переменного профиля, работающий в Пулково. По такой же схеме пулковские ученые Наум Львович Кайдановский и Юрий Николаевич Парийский спроектировали и РАТАН. Только у радиотелескопа-гиганта антенна образует не дугу, а замкнутое кольцо почти двухкилометровой длины. Она состоит из 895 отражающих алюминиевых панелей (каждая высотой с двухэтажный дом), прикрепленных к металлическим фермам, которые покоятся на прочном бетонном фундаменте.

Со склонов ближайшей горы РАТАН напоминает гигантскую ромашку, лежащую на дне огромной каменной чаши в окружении синих гор. А горцы сравнивают необычный телескоп с орлиным гнездом...



Кольцевой радиотелескоп РАТАН-600. Фрагмент антенны.

Если спуститься вниз и подойти к РАТАНу, то вблизи можно заметить, что лепестки «ромашки» временами словно оживают — приходят в движение. Но поворачиваются они не навстречу солнечным лучам, а по программе, составленной астрономом-экспериментатором. Каждый лепесток можно повернуть влево-вправо, наклонить к горизонту или обратить к зениту и даже выдвинуть на некоторое расстояние вперед или соответственно удалить назад. Такая настройка происходит всякий раз, когда требуется навести антенну РАТАНа на определенный небесный объект. Каждая настроенная панель отражает падающий на нее радиосигнал в фокус, где расположен облучатель — приемник радиоволн. В результате на облучателе концентрируется радиосигнал большой мощности. Принятые радиосигналы считываются и обрабатываются электронной аппаратурой.

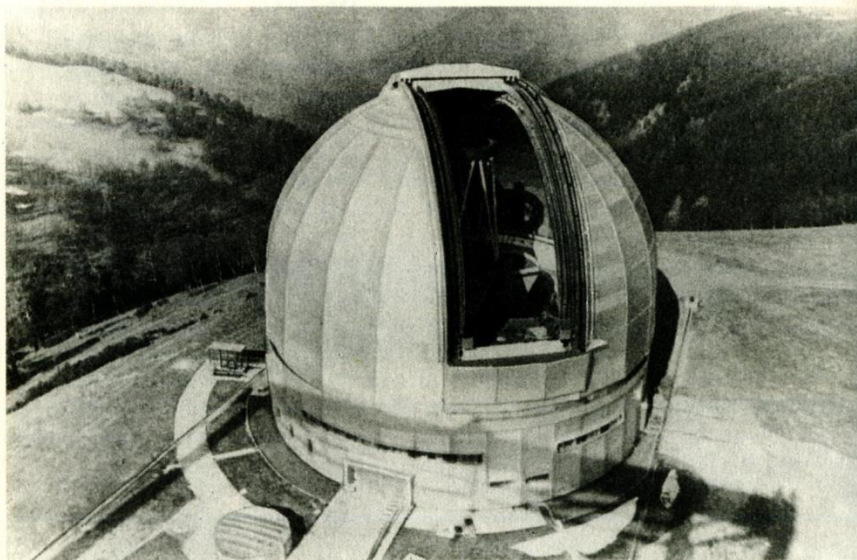
Создавая РАТАН, ленинградские ученые и конструкторы делали ставку на технику завтрашнего дня. Перед ними была трудновыполнимая задача: изготовить приемную антенну с собирающей площадью 13 тысяч квадратных метров и при этом сохранить высокую точность отражающей поверхности. Телескоп должен был «прослушивать» Вселенную в диапазоне радиоволн от 8 миллиметров до 30 сантиметров. А так как отклонения поверхности антенны не должны превышать одной десятой доли минимальной длины рабочей волны телескопа, то для РАТАНа такая предельная погрешность составляла 0,8 миллиметра, что соизмеримо с толщиной... лезвия ножа!

Совсем не просто было соблюсти такую точность при изготовлении и монтажке огромных алюминиевых щитов. Но точность была выдержана. Задача была решена. Советские исследователи Вселенной получили замечательный радиотелескоп с высокой чувствительностью и большой разрешающей силой.

Разрешающая способность РАТАНа на волне одного сантиметра составляет 0,3 секунды дуги, что приближается к точности оптических наблюдений. Однако необходимость подробного картографирования «небесных радиостанций», исследования все более далеких и слабых источников космического радиоизлучения требуют повышения чувствительности и разрешающей силы радиотелескопов. Это привело к созданию так называемых радиоинтерферометров.

В простейшем варианте радиоинтерферометр может состоять из двух совместно работающих и параллельно направленных радиотелескопов, удаленных друг от друга на большое расстояние. Поскольку антенны этих телескопов соединены кабелем, то их можно рассматривать как некую единую антенну. Следовательно, у такого устройства разрешающая способность будет очень высока — много больше, чем у одиночных радиотелескопов.

В настоящее время создана глобальная система радиоинтерферометрии, которая почти равноценна радиотелескопу с зерка-



Башня 6-метрового телескопа.

лом порядка диаметра земного шара. В нее объединены все крупнейшие радиотелескопы планеты: Советского Союза, Австралии, Англии, Голландии, Канады, Федеративной Республики Германии и Соединенных Штатов Америки. Благодаря этому достигнуто очень высокое угловое разрешение — одна десятитысячная секунды дуги. Это в шестьсот тысяч раз превышает остроту зрения человеческого глаза (разрешение глаза равно примерно одной угловой минуте) и в пятьсот—тысячу раз лучше оптических телескопов. С помощью радиотелескопов-гигантов астрофизики смогли приступить к изучению особенностей структуры ядер галактик, квазаров и других загадочных объектов Вселенной.

* * *

БТА-6 и РАТАН-600 — гордость советской науки и техники. Оба телескопа вошли в состав новой обсерватории, родившейся на Северном Кавказе.

...Сюда приезжают из разных уголков страны желающие пообщаться к настоящему делу — к наблюдениям на лучших отечественных инструментах. Здесь немало ленинградцев, и их стремление понятно. Ведь для каждого настоящего астронома небезразлично, какое звездное небо над его обсерваторией, в каких погодных условиях приходится наблюдать. А здесь, на горе Пастухова, сто пятьдесят ночей в году небо совершенно ясное и сверкает драгоценными южными звездными россыпями. В Ленинграде такой картины не увидишь ни при каких обстоятельствах.

На высоте 2070 метров над уровнем моря, неподалеку от серебристой башни БТА, напоминающей некое неземное космическое сооружение и потому прозванной «Наутилусом», установлен символический дорожный столб. На одном из указателей: «Ленинград — 2620 километров». Не близко! Но это не помеха для тесных научных контактов, которые установились между двумя обсерваториями: Специальной астрофизической и Главной астрономической. Пулковские ученые часто выезжают на Северный Кавказ, чтобы принять участие в наблюдениях на БТА или на РАТАНе, и неизменно обогащаются новыми научными данными о Вселенной.

При первых же наблюдениях на БТА были сфотографированы звезды и галактики 24-й звездной величины. Они примерно в пятнадцать миллионов раз слабее тех звезд, что способен увидеть человеческий глаз. Но, применяя более совершенную светочувствительную аппаратуру — фотоумножители и счетчики квантов, — астрономы смогли раздвинуть границы Вселенной, доступные «оку» БТА, и раздвинуть весьма существенно. Самые слабые оптические объекты, излучение которых удалось принять, удалены от нас на 10—12 миллиардов световых лет! Таковы способности телескопа, оснащенного современной светоприемной техникой.

Едва доносится до слуха жужжание моторов. Это с лучами утренней зари двенадцать лепестков закрывают необыкновенно чуткое шестиметровое зеркало. Но ощущение такое, будто бы закрывается огромный цветок. Прикрытый лепестками, он весь день «дремлет»... А когда наступает ночь и на небе загораются звезды, «ночная красавица» распускается вновь, давая астрономам возможность заглянуть в неведомое.

Астрономы-оптики, наблюдающие на БТА, работают в контакте с радиоастрономами, оседлавшими РАТАН. И многие, очень далекие космические объекты, ранее наблюдавшиеся исключительно в радиодиапазоне, которых никто никогда не видел, теперь запечатлены на фотографических пластинках. Оба метода исследований дополняют друг друга, помогают ученым постигать тайны Вселенной. Но, как это часто бывает, решение одних научных проблем порождает новые загадки и вопросы.

И все же главное сокровище обсерватории — не телескопы, а люди. Специальная астрофизическая обсерватория в Зеленчукской (сокращенно — САО) словно магнитом притягивает к себе людей, особенно молодежь, таких, как выпускник Казанского университета якут Зим Петров. На РАТАНе он ведает той самой ЭВМ, которая обеспечивает синхронную работу всех его звеньев. Отец Зима, профессиональный охотник, долго не мог понять, в чем же заключается работа сына. Но теперь знает: «Машину заставляет думать!»

Влились в дружный коллектив САО многие выпускники Зеленчукской средней школы. Среди них Оля Гапонова и Катя



Галактика Водоворот в созвездии Гончих Псов. Первый снимок, сделанный на 6-метровом телескопе.

Ивашенко. Став техниками, они управляют сложнейшими приборами и оборудованием шестисотметрового радиотелескопа...

Старинная казачья станица, утопающая в зелени садов, еще недавно находилась в окружении картофельных полей. (Замечу, что здесь выращивают лучший в стране картофель.) Но вот в ее окрестностях был построен РАТАН, и она буквально на глазах стала превращаться в уютный городок, о котором его обитатели говорят стихами:

Над станицей туманом
Свет созвездий летит,
На антеннах РАТАНа
Дождь помех шелестит,
Тихо падают росы
В золотые поля —
Это, слушая космос,
Затишает Земля.
А на звездной дороге,
Может быть, в этот час
Кто-то очень далекий
Тоже слушает нас*.

Станица Зеленчукская — сейчас самый главный космический перекресток. Именно отсюда исследователям звездных миров посчастливилось заглянуть в самые немыслимые дали Вселенной.

Вселенная, открытая заново

Доводилось ли вам, читатель, поздними осенними вечерами любоваться сверкающими алмазами звезд? Кажется, что после завершения летних сумеречных ночей они приблизились к нам и до них можно дотянуться рукой... А в отдалении — трепетное сияние. Это как бы величественной аркой мироздания возвышается над Землей, над всей Солнечной системой, над тысячами тысяч еще неведомых нам планетных систем всеобъемлющий Млечный Путь.

Млечный Путь — наиболее богатая звездами экваториальная область нашей звездной системы — Галактики. В Галактику входят все без исключения звезды, разбросанные по всему небу, наблюдаемые и пока неизвестные.

Основы современных научных представлений о строении Галактики были заложены 150 лет назад Василием Яковлевичем Струве, а исследования последних лет позволили определить ее размеры и уточнить структуру и форму. Так что же мы знаем о нашем звездном «острове»?

Наиболее густонаселенная звездами часть Галактики похожа на гигантский диск или двояковыпуклую линзу и достигает в диаметре 100 тысяч световых лет. Она окружена «облаком» шаровых

*Стихи инженера-радиофизика В. П. Романенко.

звездных скоплений, группирующихся вокруг Галактики, в центре которой расположено галактическое ядро. Из Солнечной системы направление на это ядро проходит через созвездие Стрельца.

Наше Солнце находится почти точно в средней (экваториальной) плоскости Галактики, на расстоянии около 34 тысяч световых лет от ее центра. Оно движется со скоростью 250 километров

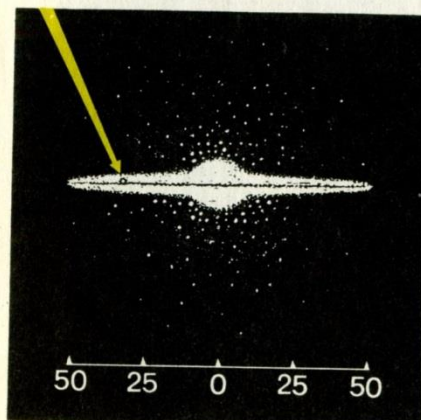


Схема строения нашей Галактики, рассматриваемой «с ребра». Стрелка отмечает положение Солнца. Белыми точками отмечены шаровые звездные скопления. Темная тонкая полоса — пылевая материя, поглощающая свет. Шкала расстояний в тысячах световых лет.

в секунду и совершает полный оборот примерно за 180 миллионов лет. Такова продолжительность галактического года! Вместе с Солнцем в этом движении участвуют Земля и другие планеты Солнечной системы. По скромным подсчетам, в Галактике около 200 миллиардов звезд...

Хотя Галактика и является грандиознейшей звездной системой, но она ограничена в пространстве, и у читателя может возникнуть вопрос: а что находится за ее пределами?

На фотографиях звездного неба, полученных с помощью крупных телескопов, видны многочисленные туманные пятна. Спектроскопические исследования туманностей со спиральной структурой, которые проводились в 1920-х годах с помощью большого пулковского рефрактора, показали, что загадочные туманные объекты отстоят от нас много дальше, чем звезды Млечного Пути. Тогда же американский астроном Эдвин Хаббл (1889—1953) сфотографировал спиральную туманность в созвездии Андромеды. Ему удалось не только разделить внешние части туманности на отдельные звезды, но и найти среди них переменные звезды типа цефеид и, следовательно, определить расстояние до туманности (по новым данным, оно составляет два с четвертью миллиона световых лет).

Со временем была доказана звездная природа многих других туманностей и установлено, что все они расположены далеко за пределами нашей Галактики. Одним словом, исследуемые туманности оказались самостоятельными звездными системами и были названы галактиками.

По соседству с нашим звездным островом находятся только Магеллановы Облака — самые близкие к нам галактики неправильной формы. Расстояние до них в 10 с лишним раз меньше, чем до знаменитой туманности Андромеды.

Большое Магелланово Облако расположено на границе созвездий Золотой Рыбы и Столовой Горы и видно невооруженным



Туманность Андромеды.

глазом как туманное пятно с угловым поперечником 6 градусов, то есть оно в двенадцать раз больше диаметра лунного диска. Малое Магелланово Облако имеет втрое меньший поперечник и расположено в созвездии Тукана. К сожалению, и то, и другое доступны наблюдениям только в Южном полушарии.

Странные светящиеся в ночном небе облака, похожие на обрывки Млечного Пути, подробно описал участник первого кругосветного путешествия Антонио Франческо Пигафетта. В честь великого мореплавателя он назвал их Магеллановыми Облаками.

Оба Облака погружены в водородную оболочку, которая тянется в сторону нашей Галактики. Выходит, что Магеллановы Облака и наша звездная система представляют собой как бы тройную галактику.

Замечательной особенностью Большого Магелланового Облака является изобилие в нем скоплений молодых звезд. Большое разнообразие размеров, форм и возрастов этих скоплений дает астрономам возможность изучать историю звездообразования. Наблюдения указывают на то, что современное рождение звезд идет в Магеллановых Облаках значительно активнее, чем в нашей Галактике.

В Магеллановых Облаках обнаружено множество цефеид, так называемых «маяков Вселенной», которые используются для измерений межзвездных и межгалактических расстояний. В этих соседних галактиках уже наблюдалось свыше десятка вспышек Новых. Но, пожалуй, эпохальным событием стала вспышка Сверхновой в феврале 1987 года. Есть еще одна достопримечательность в Большом Облаке. Там находится самая яркая из всех известных нам звезд — S Золотой Рыбы. Эта слегка переменная звезда примерно в миллион раз ярче нашего Солнца.

Итак, Магеллановы Облака представляют для астрономов настоящий звездный «заповедник», весьма удобный для изучения. Ведь собственную Галактику приходится исследовать изнутри, а Большое Облако видно более раскрытым ракурсом.

Подобно звездам, галактики объединены в группы и скопления. Наша Галактика вместе с Магеллановыми Облаками, туманность Андромеды и еще около тридцати ближайших к нам звездных систем образуют так называемую Местную систему.

Большинство галактик сосредоточено в гигантских скоплениях. Вполне возможно, что скопления галактик образуют систему высшего порядка, или Метагалактику. Ныне наблюдается лишь какая-то ее часть. Она и называется видимой Вселенной. В этой Вселенной самому большому в мире телескопу БТА-6 доступны для исследований миллиарды звездных «островов»-галактик...

Не одно поколение астрономов, вооруженных мощными телескопами, пыталось разобраться в структуре нашей Галактики. Но, когда дело доходило до ее ядра, такие попытки оказывались безуспешными. И все потому, что оно скрыто от нас облаками межзвездной пыли.

Первое проникновение в тайны галактического ядра совершили пулковский астроном Александр Александрович Калиняк (1905—1983) и крымский — Владимир Борисович Никонов. Летом 1948 года в Симеизе совместно с московским физиком В. И. Красовским они получили фотографию ядра Галактики. Решить эту задачу им помогла инфракрасная астрономия: с помощью электронно-оптического преобразователя* невидимое ядро было заснято в инфракрасных лучах, обладающих большей проникающей способностью, чем лучи видимые. Они-то и пробрили пылевую завесу. А через год наблюдения были повторены с применением новой, более совершенной аппаратуры. Они подтвердили наличие в центре Галактики ядра в виде огромного скопления звезд. Так было получено доказательство полной общности нашей звездной системы с другими галактиками, у которых в центральной части наблюдаются яркие массивные ядра.

Но это было только начало штурма галактического ядра. К его исследованию вскоре подключились радиоастрономы. Они установили, что в диапазоне метровых волн ядро «светит» настолько ярко, что затмевает радиоизлучение спокойного Солнца!

Было обнаружено также мощное истечение газа из центральных областей Галактики. По-видимому, там происходят исключительно бурные процессы, представляющие для нас покамест одну из самых больших загадок.

В 1951 году исследователи Вселенной сделали важное открытие: на волне 21 сантиметра они обнаружили сильный постоянный радиосигнал и прозвали его «песней водорода». Правда, открытие это ни для кого не явилось неожиданностью. Теоретически было уже предсказано, что нейтральный межзвездный водород должен «звучать» именно на такой волне. И «вслушиваясь» в мелодию этой «песни», радиоастрономы смогли проникнуть за завесу межзвездной пыли и приступить к изучению структуры нашей Галактики — к составлению ее подробной «карты».

Исследования, выполненные на большом пулковском радиотелескопе, показали, что облака разреженного водорода обволакивают спиральные галактические ветви и поэтому их пространственное расположение достаточно точно «вырисовывает» структуру нашего звездного «острова». Удаляясь от ядра, истечения водорода закручиваются в спирали. Таких спиральных ветвей оказалось несколько. В окрестностях Солнца находится по меньшей мере два спиральных рукава, но форма их далеко не идеальная — изломанная.

У Галактики есть и радиокорона — она окружена очень разреженным ионизованным газом, который излучает значительно более слабые радиосигналы, чем нейтральный водород. Можно

* Электронно-оптический преобразователь — фотоэлектрический прибор, который превращает невидимые инфракрасные лучи в лучи, видимые глазом и действующие на фотографическую пластинку.

предположить, что этот газ был когда-то извергнут из галактического ядра и образовал своеобразную корону Галактики. Любопытно, что у ближайших к нам звездных систем, таких, как туманность Андромеды, тоже обнаружены слабые радиокороны.

В 1946 году английский радиоастроном Джеймс Хей совместно со своими коллегами, исследуя радиоизлучение Галактики на волне 4,7 метра, открыл в созвездии Лебедя мощный источник космического радиоизлучения. Сегодня уже известны тысячи таких источников, совсем непохожих на «небесные радиостанции» Солнечной системы. На северном звездном небе самые яркие из них находятся в созвездиях Кассиопеи, Лебедя, Тельца и Девы; на южном — в созвездии Центавра.

Некоторые источники космического радиоизлучения были отождествлены с газовыми туманностями нашей Галактики. Это, например, знаменитая Крабовидная туманность в Тельце или же обрывки некогда единой туманности в Кассиопее. И та и другая — остатки взрыва сверхновых звезд. Однако чем вызвано их интенсивное радиоизлучение?

Советский астрофизик Иосиф Самуилович Шкловский выдвинул гипотезу, согласно которой энергия радиоизлучения может создаваться за счет энергии так называемых релятивистских электронов, образовавшихся при взрыве сверхновой и ускоренных сильными магнитными полями до скоростей, близких к скорости света. Следовательно, радиоизлучение Краба и Кассиопеи, равно как и радиоизлучение солнечных вспышек, имеет не тепловую природу. Для поддержания «работы» мощных «космических радиостанций» в течение многих тысяч лет тепловой энергии было бы недостаточно.

Взрывы сверхновых звезд порождают не только космическое радиоизлучение, но и космические лучи — потоки сверхбыстрых частиц (в основном протонов) весьма высокой энергии, пронизывающих все межзвездное пространство.

Большинство источников космического радиоизлучения находится от нас значительно дальше, чем Краб и Кассиопея. Они расположены в других галактиках.

Как правило, галактики не являются сильными источниками радиоволн. Возьмем к примеру нашу. В радиодиапазоне она излучает в миллион раз меньше энергии, чем в видимой части спектра. Но известно несколько сот галактик, которые заявляют о себе во всю мощь «радиоголоса». Поэтому их называли радиогалактиками. Классическим примером радиогалактики является система Лебедь А.

В созвездии Лебедя, откуда исходит необычайно интенсивный поток радиоволн, в шестиметровый телескоп — БТА — видны два соприкасающихся светлых пятнышка. По видимому блеску они соответствуют звезде 17-й величины, что слабее звезд 6-й величины (различимых глазом) в 25 тысяч раз! Слабой эта система ка-

жется только потому, что она удалена от нас на расстояние около 600 миллионов световых лет.

В то же время поток радиоизлучения от Лебедь А на метровых волнах настолько велик, что не уступает энергии радиоизлучения, идущего от Солнца. Как же увязать этот факт с оптическими наблюдениями?

По всей вероятности, в системе Лебедь А в результате необычайно мощного взрыва произошло разделение ядра родительской галактики, и астрономы стали свидетелями «рождения» двух новых звездных систем. Подобный процесс должен неминуемо сопровождаться интенсивным радиоизлучением.

Подсчитано, что за миллион лет, в течение которых может длиться взрыв радиогалактики Лебедь А, должно было выделиться энергии в миллиард раз больше, чем могло бы выделяться при полном превращении массы водорода, равной массе нашего Солнца, в гелий.

В каких процессах генерируется такое колоссальное количество энергии? Вопрос этот остается пока без ответа.

Итак, исследуя различные космические объекты с помощью оптических и радиотелескопов, астрономы установили, что их развитие зачастую сопровождается мощными взрывными процессами. Это — солнечные вспышки, взрывы новых и сверхновых звезд и даже взрывающиеся галактики. Каждый из этих процессов связан с какими-то нетепловыми источниками энергии, создающими сильное радиоизлучение. Большую надежду в познании этих грандиозных космических взрывов советские астрономы возлагают на РАТАН. И кто знает, может быть, скоро будут открыты пока неведомые нам мощнейшие источники энергии, играющие важную роль в жизни звезд и галактик.

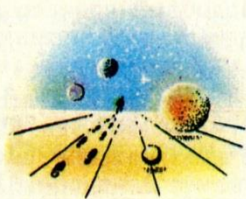
А теперь, читатель, представьте себе, что вы смотрите на небо через «радиоочки», позволяющие видеть радиоволны. Какой открылась бы вашему взору «радиовселенная»?

«Радионебо» совершенно не похоже на то небо, которое человек наблюдает с детства. Известно, что днем, при Солнце, звезды на небе увидеть нельзя. Но «радиозвезды» (источники космического радиоизлучения) хорошо видны и при «радио-Солнце». Только «радио-Солнце» раз в десять больше дневного светила по диаметру, и яркость его постоянно меняется. Временами оно вспыхивает так сильно, что буквально ослепляет... И вот что удивительно: на «радионебе» не одно, а три солнца! Это с нашим «радиосветилом» соперничают источники радиоизлучения в Кассиопее и Лебедь.

Необычно и то, что в радиолучах светится все небо, причем свечение усиливается к полосе Млечного Пути. Да и сам он сияет значительно ярче, чем в оптических (видимых) лучах. Но где наша ночная красавица — Луна? И куда это запропастились планеты?..

Луна выглядит на «радионебе» совсем непривлекательно. Фаз у нее не бывает — она постоянно в «радиополнолунии». Еще слабее «светится» в радиолучах «вспыхивающий» Юпитер. Как слабая «радиозвезда» видна Венера, едва заметен Марс...

Да, не похоже «радионебо» на обычное звездное небо Земли. Радиоастрономия открыла нам Вселенную заново!



ГОРИЗОНТЫ АСТРОНОМИИ

(Вместо заключения)

Стремление к познанию Вселенной — один из самых благородных и смелых подвигов человеческого разума. Но даже крупнейшие в мире телескопы, такие, как БТА-6 и РАТАН-600 — эти «всевидящие глаза» и «всеслышащие уши» астрономов, во многом ограничены в своих наблюдательных возможностях. И только вынос инструментов за пределы атмосферы — в космос — открыл перед астрономией новые горизонты. Благодаря этому стали бурно развиваться ультрафиолетовая, рентгеновская и гамма-астрономия. Расширились возможности инфракрасной, радио- и оптической астрономии. Астрономия стала наконец всеволновой — получила возможность совершать полный обзор всего неба. Собранная с космических просторов богатая научная «жатва» вызвала настоящий переворот в астрофизике и переосмысление наших представлений о Вселенной.

Один из самых впечатляющих результатов был получен в области рентгеновской астрономии. В 1962 году американские ученые с помощью ракеты случайно обнаружили рентгеновский источник в созвездии Скорпиона. Его назвали Скорпион X-1. В рентгеновском диапазоне он оказался очень мощным — в 10 тысяч раз более ярким, чем Солнце в видимых лучах. К счастью, этот незаурядный объект находится от Земли на огромнейшем расстоянии. Поэтому его смертоносное излучение достигает нашей планеты сильно ослабленным и полностью поглощается атмосферой.

Запуски спутников, оснащенных счетчиками рентгеновских квантов, положили начало планомерному изучению рентгеновского неба. А с созданием пилотируемых орбитальных станций

астрофизические наблюдения стали проводить сами космонавты. Теперь в программу научных задач экипажа входит и исследование источников космического рентгеновского излучения, как, например, сверхновой в Большом Магеллановом Облаке. Для этого на борту станций-обсерваторий установлены специальные рентгеновские телескопы.

Радио- и рентгеновская астрономия привели к обнаружению необычных и очень интересных с точки зрения физики космических объектов — нейтронных звезд и черных дыр. Они представляют собой конечную стадию эволюции массивных звезд. Но то, как будет совершаться развитие звезды и во что звезда превратится, зависит от ее начальной массы.

Если масса звезды превышает солнечную в 1,2—1,4 раза (но не более), то к концу своей «жизни», когда в ее недрах завершатся термоядерные реакции и лучевое давление уже не сможет противостоять силе тяготения, звезда начнет сжиматься. В конечном счете она превратится в белого карлика, подобного спутнику Сириуса, о котором уже говорилось. Если же масса звезды больше, но не превосходит трех масс Солнца, то сжатие будет продолжаться до тех пор, пока все электроны не «вдавятся» в протоны. В результате этого атомные ядра преобразуются в нейтроны, и из них возникает нейтронная звезда. Размеры ее совсем невелики — около 10 километров в диаметре. Вполне понятно, что такие мини-звезды не видны даже в самые мощные оптические телескопы.

И все же нейтронные звезды были обнаружены. Первым предсказал их существование известный советский физик, лауреат Нобелевской премии Лев Давидович Ландау (1908—1968). Не случайно говорят, что нейтронные звезды, как и планета Нептун, были открыты «на кончике пера».

Летом 1967 года аспирантка Кембриджского университета (Англия) Джоселина Белл приняла весьма странные радиосигналы. Они поступали короткими импульсами и точно через 1,337 301 13 секунды. Исключительная высокая точность следования радиопулсов наводила на мысль: а не посылают ли эти сигналы представители разумной цивилизации? Не «маленькие ли зеленые человечки» дают нам о себе знать?

Однако вскоре на небе было обнаружено много подобных радиоисточников, и от теории «маленьких зеленых человечков» пришлось отказаться. Физики подсказали, что так быстро могут пульсировать и вращаться только очень небольшие массивные космические объекты типа нейтронных звезд. Их назвали пульсарами.

Когда радиотелескопы были направлены на Крабовидную туманность, то в ее центре тоже обнаружили пульсар — сжавшееся ядро звезды после вспышки сверхновой. С развитием внеатмосферных наблюдений было установлено, что одновременно с радиопулсами он излучает и рентгеновские импульсы, причем

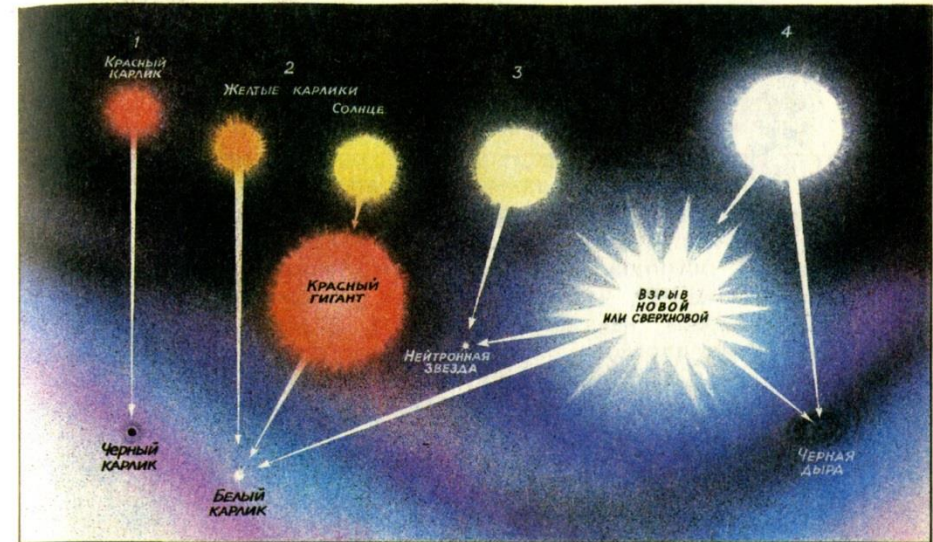


Схема эволюции звезд.

Характер развития звезды определяется следующими критическими значениями ее массы: 1 — масса звезды (M_{\odot}) меньше солнечной в 5 раз и более; 2 — M_{\odot} от $1/5$ до $1 1/3$ массы Солнца; 3 — M_{\odot} от $1 1/3$ до 3 масс Солнца; 4 — M_{\odot} в 3 раза и более превосходит массу Солнца.

1. После исчерпания источников энергии наступает стадия гравитационного сжатия. Звезда будет охлаждаться до тех пор, пока не превратится в невидимый черный карлик.
2. Исчерпав запасы ядерного топлива, звезда резко сжимается, превращаясь в белый карлик с плотностью 10^6 г/см³. Более массивные звезды этой группы, как, например, наше Солнце, предварительно проходят через стадию красного гиганта и сбрасывают водородную оболочку.
3. Эволюция этих звезд завершается тем, что они сжимаются до размеров 10 км — превращаются в нейтронные звезды с плотностью 10^{14} г/см³.
4. И наконец, самые массивные звезды «проваливаются» в черные дыры. Но если произойдет вспышка новой или сверхновой, то при большом сбросе массы дальнейшая эволюция небесного тела может привести к образованию нейтронной звезды или же белого карлика.

рентгеновское излучение — основное — в сотни раз больше всех других излучений...

Итак, пульсары оказались быстровращающимися нейтронными звездами. На их поверхности, по-видимому, существуют активные области, испускающие строго направленный пучок радиоволн. Иными словами, звезда подобна радиомаяку и период пульсации равен периоду вращения «маяка». Но почему некоторые пульсары излучают рентгеновские лучи?

Представьте себе, что нейтронная звезда оказалась внутри облака межзвездного газа. Поскольку сила тяготения на ее поверхности в миллиарды раз больше, чем на Солнце, звезда начинает как бы «стягивать на себя» окружающий ее газ. Частицы

газа, разгоняясь до скорости 100 тысяч километров в секунду и падая на поверхность звезды, будут сильно нагревать ее и порождать рентгеновские лучи.

Советские ученые академик Яков Борисович Зельдович (1914—1987) и доктор физико-математических наук Игорь Дмитриевич Новиков путем теоретических соображений пришли к выводу, что рентгеновское излучение может возникать и в двойных звездных системах. Для этого одна из звезд системы должна быть нейтронная. Она начинает «стягивать на себя» атмосферу соседней — обычной — звезды, и падающие на поверхность пульсара газовые частички вызовут рентгеновское излучение.

Стягиваемое нейтронной звездой вещество направляется магнитными силовыми линиями к ее магнитным полюсам. Они-то и будут самыми «горячими пятнами» на поверхности звезды. Но ее ось вращения обычно не совпадает с направлением магнитного поля, и для земного наблюдателя звезда будет казаться пульсирующей. Несколько таких пар с нейтронными звездами уже обнаружено и изучено.

Если открытию нейтронных звезд мы обязаны успехам радиоастрономии, то вести поиски более экзотических объектов — черных дыр стало возможно благодаря рентгеновской астрономии. Черная дыра... Что это такое?

Как вы уже видели, после выгорания ядерного горючего звезда начинает сжиматься. Она превращается в белого карлика или в нейтронную звезду — все зависит от ее начальной массы. Но если масса звезды превышает три массы Солнца, процесс сжатия происходит неограниченно.

По законам физики вокруг такой сжавшейся звезды возникает чудовищной силы поле тяготения. Оно настолько сильное, что вторая космическая скорость (скорость убегания) для находящихся в этой области тел должна превышать скорость света. Даже световой квант — фотон — не сможет преодолеть гигантскую силу притяжения и вырваться наружу, не говоря уже о других частицах, ибо в природе ничто не может двигаться со скоростью, большей скорости света. Связь между сколлапсировавшей (сжавшейся) звездой и остальной Вселенной прервется. Вот это и будет черная дыра.

Получается действительно как бы дыра — глухое место в пространстве и времени, откуда не поступает к нам никаких излучений. А если так, то нельзя ли обнаружить на небе черную дыру в виде темного пятна?

Нет, нельзя! Черные дыры должны быть настолько малы, что их не увидеть ни в какие телескопы. И вот когда казалось, что найти черную дыру — сверх человеческих возможностей, советский астрофизик В. Ф. Шварцман предложил простую идею поиска этих космических невидимок.

В нашей Галактике наблюдается множество двойных звезд. Не исключено, что среди них есть и такие, у которых один из

компонентов физической звездной пары — самая настоящая черная дыра. Подобно нейтронной звезде, она может стягивать к себе газ. При падении частицы газа сталкиваются друг с другом и разогреваются настолько сильно, что начинают испускать рентгеновские лучи. В результате этого дыра-невидимка окажется окутанной ореолом рентгеновского излучения, которое можно зарегистрировать из космоса.

Исследование рентгеновских источников с целью выявления черных дыр было начато советскими космонавтами Петром Ильичом Климуком и Виталием Ивановичем Севастьяновым на орбитальной станции «Салют-4». В их распоряжении находился рентгеновский телескоп-спектрометр «Филин». Одновременно с космонавтами астрономы вели наземные наблюдения объектов — подозреваемых черных дыр — с помощью оптических и радиотелескопов. Совместными усилиями удалось установить, что масса рентгеновского источника Лебедь X-I равна примерно восьми массам Солнца. Поэтому многие ученые считают, что в созвездии Лебедя открыта первая черная дыра.

В 1983 году в нашей стране была запущена автоматическая станция «Астрон» для проведения исследований звезд и галактик. Ее достоинство — в возможности одновременных наблюдений в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах, в способности «разглядеть» то, что происходит в глубинах Вселенной за пределами видимого. А там разыгрываются едва ли не самые драматические события.

По одной из гипотез ядра галактик — это сверхмассивные черные дыры. Если это предположение справедливо, то выпадение на них вещества должно сопровождаться мощным рентгеновским излучением. Теперь установлено, что многие галактические ядра действительно являются источниками рентгеновских лучей.

В 60-х годах некоторые источники космического радиоизлучения астрономы отождествили с очень слабыми голубыми звездочками. Спектральные исследования показали, что их линии излучения имеют большое красное смещение. Оно так велико, что ему соответствуют расстояния в миллиарды световых лет, а скорости удаления этих странных и весьма далеких «звезд» достигают десятков и сотен тысяч километров в секунду, то есть приближаются к скорости света. Загадочные внегалактические объекты были названы квазизвездными (звездopodobными) источниками радиоизлучения или просто квазарами. В обозримой нами Вселенной они являются самыми далекими небесными телами.

И здесь совершенно неясно, какие физические процессы порождают колоссальные потоки энергии, излучаемой квазарами в виде света и радиоволн. Остается открытым вопрос о том, представляют ли они собой тесные скопления звезд или являются едиными магнитоплазменными образованиями. Не ясны и причины их периодической переменности излучения. Одним словом, ничего более грандиозного во всей Вселенной, чем квазары, мы не знаем.

Особое значение имеет обнаружение рентгеновского излучения от загадочных квазаров, которые находятся на самом краю видимой Вселенной. Естественно возникает вопрос: а сколько же энергии они излучают, если их можно наблюдать с неподдающихся воображению расстояний?

Тут есть над чем задуматься: мощность излучения квазаров в тысячи раз превышает энерговыделение всех звезд нашей Галактики (вы помните, их — 200 миллиардов!). И тот факт, что квазары являются ультрамощными генераторами рентгеновского излучения, сам по себе говорит о грандиозности происходящих процессов, пока еще далеких от понимания. Перед учеными встала задача поиска источников неядерной энергии фантастической мощности, испускаемой этими экзотическими объектами. Не случайно квазары — в центре внимания современной астрономии и... поэзии:

Астрофизик должен быть поэтом,
Чтобы в самый яростный мороз
Собирать скупые кванты света —
Золотую россыпь дальних звезд,
Чтобы, лихо сбросив дней рутинность
И порой врываясь в антимир,
Рассчитать квазара лебединость
И изведать бездну черных дыр.
Астрофизик должен жить с азартом,
Чтобы среди тысячи огней
Отыскать в квадратах звездной карты
Свет судьбы и гордости своей,
Чтоб постичь галактики рождение,
Волей мысли время двинув вспять...

А к утру, устав от наблюдений,
На горе бруснику собирать*.

В настоящее время рентгеновским телескопам доступно около миллиона источников излучения — столько же, сколько лучшим радиотелескопам. Как же выглядит рентгеновское небо?

В рентгеновских лучах Вселенная представляется совершенно иной, чем она видна в оптические телескопы. С одной стороны, наблюдается большая концентрация ярких источников излучения к галактической плоскости, или к плоскости Млечного пути, а с другой — равномерное распределение многочисленных объектов по всему небу. Яркие рентгеновские источники принадлежат нашей Галактике, а большинство остальных отождествляется с внегалактическими туманностями, межгалактическим газом и квазарами. Многие небесные светила, украшающие небо Земли, в том числе Луна и планеты, в рентгеновских лучах не видны.

5 марта 1979 года несколько космических аппаратов зарегистрировали сильнейшую вспышку гамма-излучения в созвездии Золотой Рыбы. За несколько миллисекунд оттуда стал поступать

* Стихи В. П. Романенко.



Центральная башня главного здания Пулковской обсерватории.

поток гамма-фотонов в десятки тысяч раз больший, чем до этого давало все звездное небо. Затем мощность потока резко понизилась и источник стал пульсировать с периодом около восьми секунд. Эти пульсации изучили ученые Ленинградского физико-технического института. Так могла пульсировать нейтронная звезда со сверхсильным магнитным полем. Вероятно, на ее поверхности происходили ядерные превращения. И действительно, приборы межпланетных станций «Венера» (находившихся тогда в полете) отметили излучение разреженной плазмы, разогретой до нескольких миллиардов градусов.

Исследование советскими учеными гамма-всплесков, рождающихся в просторах Галактики, стало важным событием в астрофизике. Уже открыто гамма-излучение и от знаменитой Крабовидной туманности. По-видимому, источником такого излучения являются также активные ядра галактик и квазары. В нашей Солнечной системе всплески рентгеновского и гамма-излучения исходят от Солнца во время мощных вспышек.

Пулковская обсерватория, прочно сохраняя устоявшиеся астрометрические традиции, быстро воспринимает и развивает все то новое, что рождается в наш век — век бурного научно-технического прогресса. Одним из новых направлений исследований является астрофизика высоких энергий — рентгеновская и гамма-астрономия. Данная тема включена в научную программу обсерватории. Ею руководит доктор физико-математических наук Ю. Н. Гнедин.



Вид Земли из космоса.

— Чтобы установить природу рентгеновских и гамма-источников, — пояснил в беседе с автором Юрий Николаевич, — необходимы одновременные наблюдения и в других диапазонах спектра, как-то: ультрафиолетовом, оптическом и инфракрасном. Такие наблюдения проводятся совместными усилиями многих обсерваторий. Пулково работает в содружестве с обсерваторией Ленинградского университета, Крымской астрофизической обсервато-

рией, Южной станцией Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, Астрофизической обсерваторией Казахской ССР. Широко используются спутниковые данные — наши и зарубежные.

Особенность пулковских исследований заключается в том, что мы ведем наблюдения главным образом в оптическом и инфракрасном диапазоне. Для оптических наблюдений используем самый большой телескоп — БТА-6, рефлектор с диаметром зеркала 2,6 метра в Бюракане (Армения), 70-сантиметровый менисковый телескоп на Памире, где работает наша экспедиция, и другие инструменты. Необходимость одновременных наблюдений в различных диапазонах спектра можно пояснить на таком примере.

Оптические наблюдения позволяют определить массу и радиус нейтронной звезды в двойной системе, а также напряженность ее магнитного поля. А зная это и моделируя строение необычной звезды, можно получить уникальную информацию о свойствах вещества при сверхвысоких плотностях и температуре, сверхсильных гравитационных и магнитных полях. В этих условиях свойства нашего обычного земного вещества меняются коренным образом. Изменяется даже форма атомов. Они вытягиваются вдоль магнитных силовых линий и принимают сигарообразную форму... Так наблюдательная астрономия помогает ученым-теоретикам решать чисто научные задачи.

Впрочем, изучение космических объектов, обладающих высокой энергией излучения, имеет не только научное, но и огромное практическое значение. Достаточно сказать, что при выпадении газа на нейтронную звезду выделяется в 20 раз больше энергии, чем при термоядерной реакции. А взрывы звезд и галактических ядер? Или загадка фантастического излучения квазаров? Можно не сомневаться, что выяснение природы этих источников энергии позволит человечеству решить наконец извечную энергетическую проблему.

Как видите, внеатмосферная астрономия открыла перед наукой и людьми совершенно новые, необозримые горизонты. Но не следует думать, что с развитием всеволновой астрономии оптические наблюдения окажутся ненужными. Полное понимание физической природы многих космических явлений невозможно без одновременного исследования их в самых различных диапазонах электромагнитного спектра. К тому же решающий шаг в развитии оптической астрономии еще не сделан. По-видимому, большие оптические телескопы грядущего, двадцать первого века будут составными, многозеркальными. И мозаичные зеркала будут синхронно управляться компьютером и лазером — подобно тому, как работают антенны переменного профиля у радиотелескопов. Однако наступит день и час, когда и оптическая астрономия уйдет на орбитальные обсерватории, где наблюдениям не будут мешать никакие атмосферные помехи.

Дочитана последняя страница книги. Перед взором читателя мысленно прошли мириады звезд и галактик — великое множество космических миров и наша Земля, единственная и неповторимая.

Теперь, когда человек достиг небывалого могущества, которое по своим масштабам может превысить космическое воздействие на Землю, каждый из нас должен об этом помнить и постоянно направлять свои усилия на сохранение на нашей планете прочного мира. Полностью исключить возможность возникновения ядерной войны и уберечь Землю от атомного пожара — это означало бы сохранить жизнь и обеспечить дальнейшее развитие всего человечества с его вечными заботами и проблемами, с его нескончаемым стремлением к познанию Большой Вселенной.

ОГЛАВЛЕНИЕ

К читателю	6
Введение	8

Глава I

«СЛАВНЕЙШАЯ ИЗ МУЗ УРАНИЯ»

Обсерватория строится	12
Первый директор	16
Главная задача	21
Сколько звезд на небе?	29

Глава II

ГЛАВНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ...

Пора преобразований	36
Имя Ленина — планете	43
Годы достижений	46

Глава III

ВЕЛИКОЕ ИСПЫТАНИЕ

По велению сердца	54
Возрожденная из руин	60

Глава IV

К ВЕРШИНАМ ТОЧНОСТИ

Перепись звезд	70
Ох уж эта Земля!	76
В самой далекой стране	80
Открытие невидимых миров	88

Глава V

ПЛАНЕТА СЮРПРИЗОВ

Как узнать точное время?	96
Не шар, не эллипсоид, а... груша!	111

Глава VI

И ЗВЕЗДЫ, И СОЛНЦЕ, И ЛУНА...

Звездные радуги	122
Главная звезда людей	141
Беспокойное светило	155
Старые и новые загадки Луны	169
Здравствуй, комета!	176

Глава VII

НОВОЕ НА ЗВЕЗДНОЙ КАРТЕ

Небесные радиостанции	184
Гиганты двадцатого века	191
Вселенная, открытая заново	201
Горизонты астрономии. (Вместо заключения)	209

Олег Николаевич
КОРОТЦЕВ

ЗВЕЗДЫ ПУЛКОВА

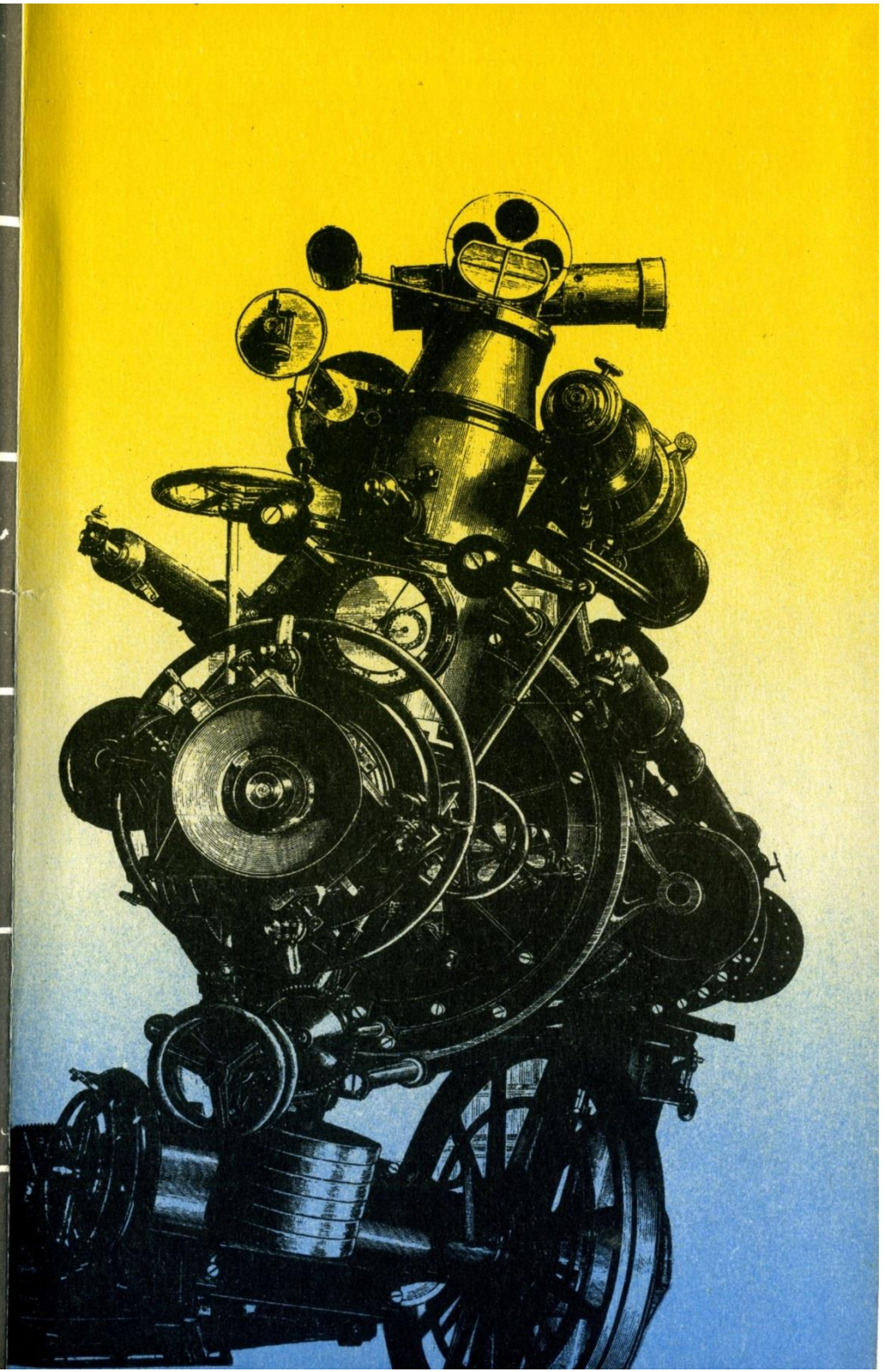
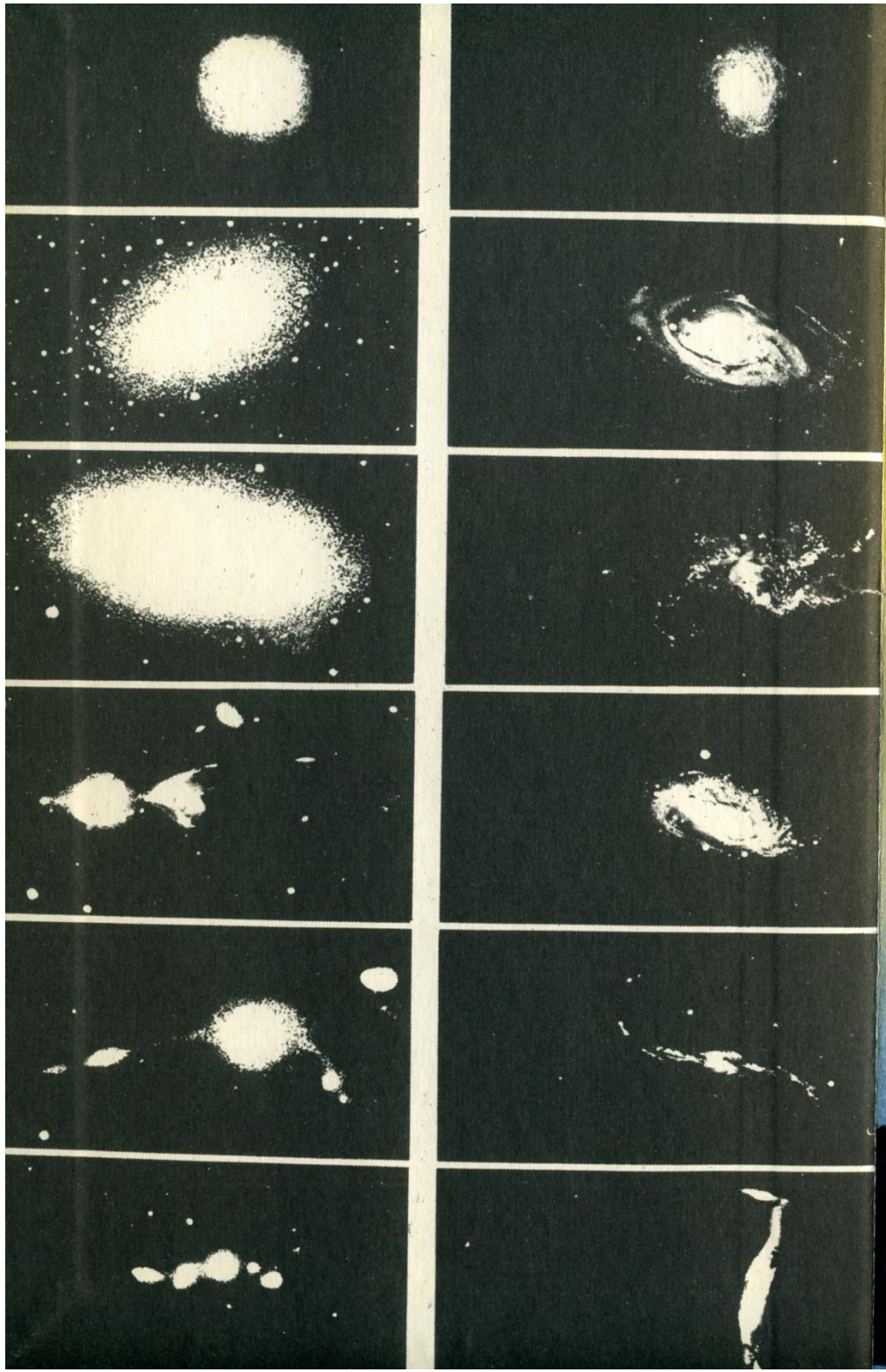
Очерки
о Пулковской обсерватории
и астрономах-пулковцах

Зав. редакцией А. М. Березина
Художник А. В. Сергеев
Художественный редактор И. В. Зарубина
Технический редактор Г. В. Преснова
Корректор Е. В. Новосельская

ИБ № 4849

Сдано в набор 22.09.88. Подписано к печати
19.05.89. М-18192. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага
офсетная. Гарн. литерат. Печать офсетная. Усл.
печ. л. 14. Усл. кр.-отт. 54,25. Уч.-изд. л. 14,70.
Тираж 25 000 экз. Заказ № 661. Цена 1 р. 10 к.

Лениздат, 191023, Ленинград, Фонтанка, 59.
Типография им. Володарского Лениздата, 191023,
Ленинград, Фонтанка, 57.



1 р. 10 к.

О. Н. КОРОТЦЕВ

ЗВЕЗДЫ ПУЛКОВА

ЛЕНИЗДАТ

