

1928 209

52
K48

Проф. Герман Клейн

X

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ВЕЧЕРА

(ОБЩЕДОСТУПНЫЕ БЕСЕДЫ)

Перевод с восьмого, посмертного, немецкого издания,
дополненного докт. Гансом Германом КРИТЦИНГЕРОМ

И. А. ДАВЫДОВА

С 78-ю иллюстрациями в тексте.



„КНИГА“

МОСКВА
Тверская, 38, тел. 2-64-61



ПЕТРОГРАД
Невский, 74, тел. 134-34

1923

Напечатано в 3-й типо-
графии „Мосполиграф“,
Мал. Грузинская, Охот-
ничий пер., дом 5—7,
в количестве 4,000 экз.
Главлит. № 5842. Москва.

ПРЕДИСЛОВИЕ ПЕРЕВОДЧИКА.

Настоящее, третье, издание русского перевода „Астрономических Вечеров“ Г. Клейна сделано с 8-го, посмертного немецкого издания. В сравнении с предыдущим, седьмым изданием, вышедшим в свет в 1911 г., еще при жизни автора, настоящее издание, действительно, представляет собой новое, в значительной мере переработанное издание. Эта переработка выполнена известным немецким астрономом Г. Г. Критцингером, компетентность которого, в данном случае, естественно, стоит на должной высоте. В общем и целом, Критцингер, действительно, выполнил свою работу, как он сам выражается, с полным пиететом к труду Клейна.

Это любовно-бережное отношение к индивидуальным особенностям работы Г. Клейна было тем более необходимо, что последнему удалось дать широким кругам читающей публики не только превосходное научно-популярное изложение основных проблем астрономии, но и выполнить это в прекрасной литературно-художественной форме, одухотворив ее возвышенным пафосом и любовью к задачам этой по-истине „высокой“ науки. Выполненная Критцингером переработка „Астрономических Вечеров“ нисколько не затушевывает и не умаляет этих ценных черт труда Г. Клейна, хотя он и внес в него все то новое, что достигнуто в астрономии за последние десять лет.

И в настоящем своем виде „Астрономические Вечера“ являют собой недостижимый образец в данной научно-популярной области. Они будят мысль, приковывают ее к возвышенным проблемам этой высокой науки, они поднимают дух человеческий и дают ему возможность хотя бы на мгновение почувствовать неустанное биение пульса Великого Космоса. Своею мыслью человек как бы отрывается от своей утлой земной ладьи и приобщается к этому, величаво протекающему, потоку небесных светил. Познавая закономерность всего совершающегося в бесконечных небесных пространствах, он в этом акте познания как бы становится владыкой Вселенной. Ибо единственно он,—поскольку мы можем исходить из твердо установленных научных данных—есть сознающий и познающий в этом бесконечно развертывающемся потоке превращений. В своем сознании он является как бы неподвижным полюсом всего совершающегося во Вселенной. И какая бы судьба ни ждала его в грядущем Вселенной, человек с гордостью может сказать, что единственно он познал закономерность этого грядущего.

В заключение, считаю необходимым отметить, что настоящий перевод, как и предыдущий, выполнен при близком содействии и участии С. О. Салитан.

И. А. Давыдов.

ПРЕДИСЛОВИЕ К СЕДЬМОМУ ИЗДАНИЮ.

Цель автора настоящей книги—ознакомить читателя в свободной, непринужденной форме бесед, с современным состоянием науки о звездах. В то же время он менее всего претендует на полноту. Такая задача определяет собой и самый способ изложения. Историческое развитие астрономии излагается в связи с биографиями наиболее выдающихся астрономов. Попутно сообщаются необходимые сведения. Так, как бы незаметно для себя, читатель приобретает необходимый запас знаний, который делает для него доступным дальнейшее изложение. Но, прежде всего, автор имеет в виду того читателя, который, не обладая большой подготовкой в этой области, стремится получить представление о величии Вселенной, стремится проникнуть в царство тех возвышенных идей, что истекают отсюда. Такого именно читателя автор хотел бы еще более утвердить в этом его стремлении. Во-истину, нет ничего более возвышенного, более изумительного, нежели миры, рассеянные повсюду кругом нас, нежели наша способность охватить мыслью эти миры, уразуметь их жизнь и развитие.

Интерес к астрономии и любовь к наблюдению звездного неба возрастают все более и более. Я получаю многочисленные письма от совершенно

неизвестных мне лиц. Тут вы встретите представителей самых различных слоев общества. Желая заняться самостоятельным наблюдением над небом, они спрашивают совета, где и как можно было бы приобрести телескоп. Я **охотно всегда отвечаю** на эти письма, говорящие о том, что исследование неба стало у нас своего рода благородным спортом. По-истине, чей взор хотя бы однажды проник в эту область, того никогда уже не коснется дыхание пресыщения или скуки!

Пусть же эта книга и в новом издании доставит высокой науке о небе новых друзей, поклонников и работников!

Кёльн—Линденталь,
лето 1911 г.

Проф. д-р *Герман И. Клейн.*

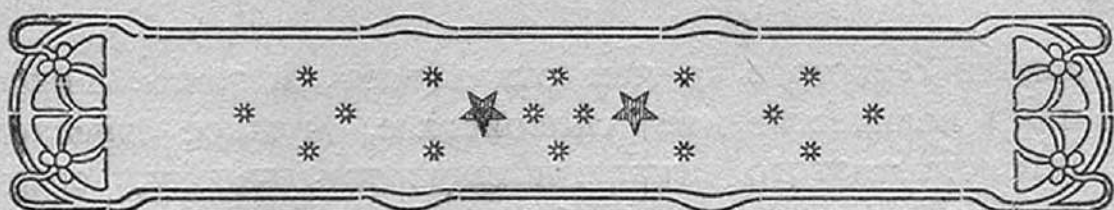
ПРЕДИСЛОВИЕ К ВОСЬМОМУ ИЗДАНИЮ.

Беря на себя, по предложению книгоиздательства, редактирование посмертного издания „Астрономических Вечеров“, я старался свято сохранить своеобразный характер работы Клейна и внес в настоящее новое издание лишь те изменения, которые вызываются существенными результатами новейших исследований.

Запросы уважаемых читателей я прошу направлять в редакцию журнала „Sirius“, Берлин.

Берлин, февраль 1920 г.

Г. Г. Критцингер.



I.

Зачатки астрономии на Востоке.

Введение.—Астрономия древнейших образованных народов преследовала практические цели.—Астрологические учения средних веков.—Постепенное развитие новейших воззрений.

В груди человеческой живет неумолчное стремление уноситься мыслью за пределы всего земного, стремление оглядеться там, наверху, среди небесных светил, которые ныне, как и тысячелетия тому назад, блистая, каждую ясную ночь смотрят на нашу землю. Безмолвно, в немом величии проходят они свои далекие пути. При одной мысли о том необъятном времени и пространстве, которые смотрят на нас с этих звезд, мы как бы чувствуем над собой дыхание вечности. По-истине, звездное небо есть самое возвышенное из всего того, что дано созерцать взору человека.

Море в своей видимой неизмеримости, зубчатые скалистые горы, окутанные облаками, вулканы, извергающие расплавленную лаву,—как ни величественно и ни грозно все это, но на-ряду с небом все их величие превращается в ничто... Перед безмолвным блеском миллионов его звезд становятся неслышными их громы.

Не даром в голубом небесном своде встречаются взоры людей, не даром во все времена вера, порывы чувства и пытливая мысль человеческая обращали свои взоры туда, в небесное пространство: здесь

искали они того, в чем отказывает им земля. Тихий мир, величественное спокойствие, чуждое дневной сутолоки,—этого искали и ищут там, вверху, среди вечных звезд, многие благородные души. И, поистине, блага эти нисходят оттуда в сердце всякого, кто обращает свой взор к ярким неизмеримым мирам.

«Начиная с ребенка,—прекрасно и верно говорит Мантегацца,—который видит рай среди этой звездной пыли, вплоть до философа, восклицающего: что значат мои скорби и скорбь всего человечества в сравнении с жизнью вселенной, которая бьется там, вверху, в миллионах миров: все, бросая взоры вверх, находят там тихую радость или утешение в отчаянии. Перед лицом этого бесконечного множества миров, для которого недостаточны наши числа, смиряется всякая гордость, исчезает всякое неравенство, преклоняется всякий гений. Небо есть бездна бездн, бездна для созерцания, бездна для мысли, бездна благодаря тем бесконечным тайнам, которые оно таит в своей безграничности».

Засыпаны песками пустыни сфинксы, охранявшие входы в те храмы, в которых египетские жрецы сорок веков тому назад наблюдали движение Сириуса и хранили тайну летосчисления. Разрушены пирамиды, которые, повидимому, были построены на вечные времена. Но Изиды-Сотис, блестящий Сириус, еще и поныне, как в те времена, сияя, красуется на небе; еще и поныне Озирис-Сагу, дивное созвездие Ориона, восходит при повороте года. Этот извечный «Владыка небесных движений» так прославляет себя в священных письменах египтян: «Я открыл источники Нила и сделал свободным путь солнца!»

Так небо с своими звездами стоит превыше бренности всего земного. И в то время как здесь, на земле, все становится жертвой всепоглощающего времени,—там, вверху, небесные светила в молчаливом сиянии совершают свои вечные пути: «Дыханье смерти не достигает небесных пространств!» Эти

звезды, ночью сверкающие над нашей головой, сияющий Сириус, лучистая Капелла, суть свидетели извечного прошлого. Они мерцали уже над землей, когда нога человеческая не касалась еще земной поверхности. Даже время, отделяющее нашу эпоху от той, когда образовывались наши материки и моря, есть лишь один миг в жизни звездного неба. Так оно останется и на будущие времена. В те туманно-далекие дни, когда род человеческий, навсегда уже ставший, по мнению многих, властелином земли, исчезнет с ее лица, роль звездного неба не будет еще закончена. Ибо оно принадлежит к высшему порядку вещей, нежели наша земля. И, все же, и звездное небо ни вечно, ни неизменно.

Тысячелетия тому назад человек обращал уже свои взоры к небесному своду, с целью выяснить таинственное влияние светил на смену времен года на земле. И таким образом астрономия в своих первых запятках уходит в прошлое значительно дальше, нежели какая-либо другая наука. В то же время древнейшие образованные народы, халдеи, египтяне и китайцы, обитали в таких странах, где небо довольно часто бывает ясным. А это значительно облегчает внимательное изучение движений звезд. В пирамидах Сахары, относящихся ко времени царствования VI династии и восходящих к 2700 году до Р. Х., мы находим изображения Ориона, Сириуса и планеты Венеры. Это доказывает, что астрономия уже 4000 лет тому назад достигла в древнем Египте известного развития. Жрецы Гелиополиса имели, поэтому, полное право говорить пытливому Геродоту, что в Египте впервые открыли год, наблюдая движение небесных тел. Год египтяне делили уже на 12 месяцев, каждый в 30 дней. Позднее сюда присоединили еще 5 так-называемых добавочных дней (эпагомены). Каждый месяц, в свою очередь, распадался на три «декады» или недели. Этим «декадам» соответствовали на небе 36 «декан» или звездных групп. Они назывались

также «лампами» («шабезу»), так как они как бы освещали путь солнцу на небе.

В действительности, продолжительность года равняется $365\frac{1}{4}$ дням; следовательно, древний египетский год был на $\frac{1}{4}$ дня короче, и основанный на этом календарь скоро должен был оказаться в противоречии с небом. Однако, древние египетские жрецы очень остроумно справлялись с этим затруднением: каждые четыре года день восхода Сириуса они считали дважды, но этот двойной день принимали за один. Они сохранили, однако, втайне от народа эту вставку дня. Отсюда видно, как далеко ушла уже в древнем Египте астрономия. То же самое следует сказать и относительно Вавилонии и Китая. В этом последнем уже тысячелетия тому назад господствовал взгляд, что благосостояние государства находится в самой тесной связи с движением небесных тел.

В книге «Шу-кинг» китайцев сообщается даже о солнечном затмении, имевшем место в 2137 до Р. Х. Тогдашние придворные астрономы не предсказали, однако, этого затмения, и благодаря этому вся страна пришла в смятение. В китайских государственных летописях об этом случае повествуется так: «Астрономы Хи и Хо забыли всякую добродетель, они предались непомерному пьянству, забросили свою должность и оказались ниже своего высокого звания. Они впервые нарушили годовое вычисление небесных светил. В последний месяц осени, в первый день месяца, солнце и луна вопреки ожиданиям встретились в (созвездии) «Фанг». Слепым поведал о том барабан, бережливые люди были преисполнены смятения, простой народ бежал. Хи и Хо занимали свои должности, они не слышали и не знали ничего». Ужас перед неожиданно наступившим затмением, очевидно, был очень велик в Китае, и оба астронома Хи и Хо поплатились за это несчастье жизнью. Однако, нельзя обвинять их в нерадивости, так как предсказание солнечного затмения для какого-либо

определенного места есть дело далеко не простое. А в то время, к тому же, оно было сопряжено с особенными трудностями. Современная наука в состоянии, конечно, углубиться в эти далекие времена и вычислить теперь, как обстояло дело с этим замечательным затмением. Точнейшее исследование относительно этого дал профессор Оппольцер. Он нашел, что для города Нган-йи, резиденции царствовавшей в то время в Китае династии Хиа, затмение произошло 22 октября 2137 г. до Р. Х., и что оно началось через 19 минут после восхода солнца. Средину этого затмения была в 7 часов 37 минут утра истинного времени, причем было покрыто тенью более $\frac{5}{8}$ солнечного диска.

У древнейших образованных народов изучение небесных явлений преследовало непосредственно практическую цель, так как земледелие и мореплавание связаны с временами года, а эти последние, в свою очередь, находятся в связи с положениями звезд. При нынешнем состоянии культуры и науки мы едва ли можем уже составить себе верное представление о том, как необходимо было тысячелетие тому назад наблюдение небесных явлений, которые служили, например, для правильного ведения летосчисления. Мы берем в руки свой календарь, отыскиваем здесь какое-либо число, и совсем не думаем о том, что календарные данные некогда могли быть ошибочными. Мы просто считаем их верными, и в большинстве случаев не имеем даже представления о том, какого громадного труда стоило согласовать окончательно летосчисление с небом. Древние, напротив, испытывали большую нужду в правильно составленном календаре. И еще в последние времена римской республики летосчисление находилось в очень большом беспорядке. Я хотел лишь коротко указать на это, чтобы уяснить, что астрономия, как и всякая другая наука, вышла из практических потребностей и имела непосредственное отношение к повседневной

жизни. В настоящее время этого давно уже нет. Звездная наука ставит себе в настоящее время исключительно идеальные задачи. При астрономических исследованиях мы нисколько не думаем о том, приносят ли они практическую пользу. Напротив, теперь с самого же начала никто не ожидает таковой. Конечно, астрономия дает нам средства для определения времени и места на земле, она служит для нас путеводителем, когда мы носимся по необъятным водным пустыням океана. Однако, такого рода услуги суть лишь побочный результат науки. Ради таких целей мы не изучаем неба, не исследуем на нем, при помощи исполинских инструментов, звездные скопления и туманные пятна. Точно также не ради материальной пользы производятся наблюдения над планетами и кометами. Значение небесных наблюдений заключается, скорее, в том, что таким путем расширяется кругозор человека, уясняются представления о закономерных отношениях между отдельными частями вселенной, порождается высокое естественное наслаждение. Астрономия раньше всех других наук заложила устои для того моста, своды которого возносятся над временем и пространством и связывают наше существование с прошлым и будущим вселенной. И в этом кроется ее важность и ее большой интерес для всех мыслящих людей.

Здесь уместно будет коснуться хотя бы в немногих словах одной отрасли научной астрономии, начатки которой восходят к временам халдеев, но которая своего полного развития достигла лишь в средние века. Я имею в виду *астрологию*. «Зародившись на раскаленных солнечных лучами, с ясным звездным небом, равнинах Месопотамии», — говорит Диль в своей речи по истории астрологии, — «халдейская наука, как бы в возмездие за завоевание Востока греками, стала оказывать, начиная со времени Александра, свое фанатическое влияние на Запад. Мы видим, как мистически-научная литература, на-

215.

чина, приблизительно, со второго века до Р. Х., очень быстро распространяется по всему греко-римскому образованному миру, словно ужасающий огненный поток, и сковывает бедное, истерзанное грехами и жаждавшее искупления, человечество цепями ужасного фатализма. Бесчисленное множество корыстолюбивых и фанатичных адептов халдейско-египетского учения наводняют страны и внушают своими гороскопами ужас населению. Император и нищий, с первого века нашего летосчисления, одинаково становятся бесповоротно жертвой злосчастной веры в созвездия. В римской половине империи учение о планетах и управляющих ими божествах распространилось так незаметно, с такою необычайной быстротой, что в течение первого века установился счет дней по семи планетным божествам, и он проник даже в практику торговой жизни. Последовательный ряд этих божеств дней недели: Сатурн, Солнце, Луна, Меркурий, Юпитер и Венера представляют собой не обычный в астрономии порядок планет, а порядок астрологической псевдо-литературы. Усилия отцов церкви и пап ничего не могли поделать с этим халдейским идолопоклонством. У немцев даже священный день недели, который должен быть посвящен Господу, носит строго-языческое название по имени бога Солнца»¹⁾.

Земля в то время рассматривалась, как центр мира, и последний, как это верили, существовал только ради человека. Поэтому легко было прийти к мысли, что между небесными явлениями и судьбами людей существует причинная связь. Мало-помалу возникли известные правила, при помощи которых по положению определенных светил, особенно планет, можно было определять судьбу отдельных людей. Как возникли эти правила,—этого мы

¹⁾ По-немецки „воскресенье“ — „зонтаг“ — „день солнца“ (Sonntag, от Sonne-солнце, Tag-день).

Прим. переводчика.

не знаем. «Все,—говорит Бейтель, астрологический писатель семнадцатого века,—что находится на земной поверхности и растет на ней, живет или поселяется над ней, поля, сады, леса, цветы, злаки, деревья, плоды, листья, трава, воды, ручьи, потоки, озера, вместе с великим морем, а также люди, скот и прочее,—все это подвержено действию светил, исходящему сверху, проникнуто и пропитано их влиянием и исходящей из них силой, все это живет, укрепляется и разбивается благодаря их живительному виду и совместному лучеиспусканию».

Даже такой человек, как Кеплер, один из основателей современной научной астрономии, составлял гороскопы¹⁾ и считался при жизни больше астрологом, нежели астрономом. Конечно, лично он был очень далек от того, чтобы признавать астрологию научно обоснованной во всем ее тогдашнем объеме. Однако, он не мог, по крайней мере, в более молодые годы, вполне отказаться от астрологии. Когда заслуженный астроном-наблюдатель, протестантский священник Давид Фабрициус, преисполненный тяжелых чувств по поводу неблагоприятного для него предзнаменования, обратился за утешением к Кеплеру, последний ответил. «О, ты, бедный, несчастный человек! Неужели все мои внушения не могли еще отогнать от тебя этого страха, и ты обращаешься даже к молитве, чтобы устранить ужасающее тебя несчастье! Да ниспошлет тебе Господь для этого свое благословение; но дабы предохранить тебя от угрожающего предзнаменования,—для этого его помощь не нужна».

«Я знаю некоторых людей»,—рассказывает Кеплер,—которые покупают себе различные календари, из коих один отмечает определенный день белым, дру-

¹⁾ Составление *гороскопа* заключалось в том, что в момент рождения человека записывали расположение небесных светил.

гой—черным; какова бы ни была погода, один из них всегда показывает правильно, и это доставляет им ежедневно большую радость, необходимое для них удовольствие. «Ошибка, т.-е. неисполнение предсказаний»,—говорит он в другом месте,—«забывается, так как это не представляет ничего особенного, о совпадении помнят по-женски; и, таким образом, к астрологу продолжают относиться с почтением».

Древние астрологи разделяли весь небесный свод на двенадцать «домов», которые носили, с нашей точки зрения, странные имена. При «составлении гороскопа» им приписывалось большое значение. «Астрологи,—говорит Кеплер в своей статье о гороскопе Валленштейна,—изобрели деление на двенадцать домов, чтобы иметь возможность давать различные ответы на все то, что желает знать человек. Но этот способ я считаю невозможным, суеверным, пророческим и началом арабской магии. Ведь в этом случае хотят давать утвердительный или отрицательный ответ на всякий вопрос, какой приходит в голову человеку, хотят, следовательно, сделать из астрологии простое вычисление и, в конце-концов, полагаются на внушение небесного (скорее адского) духа. Напротив, планетам Кеплер, повидимому, приписывал известное влияние. Однако, в своем только что названном труде он предусмотрительно замечает: «Тот астролог, который предсказывает некоторые вещи исключительно по небу и не основывается на характере, душе, разуме, силе или телосложении того, кому он должен предсказать,—такой астролог поступает неправильно. Если ему улыбнется здесь удача, то это дело счастливого случая». Это сказано очень осторожно и умно, так как тем самым, в сущности, совершенно устраняется всякая астрология. Весьма вероятно, что Кеплер при составлении своего знаменитого гороскопа для Валленштейна поступал согласно этому правилу. Другими словами, внешним образом он следовал господствовавшему предрассудку,

а в действительности не верил в астрологию. Да и трудно предположить такую веру в том, кто открыл законы небесных движений. Кеплер доказал в движениях планет самую строгую закономерность, он показал, как следует вычислять их движение. Он не мог, следовательно, впасть в такого рода ошибку, чтобы те же самые движения поставить в тесную и непосредственную связь с личной судьбой одного человека, какую бы великую роль ни играл этот человек. Ведь перед лицом сил, управляющих движениями планет вокруг солнца и движением солнца в области неподвижных звезд, всякий человек равен другому человеку, и тут нет места никакому исключению. Всеобщий закон царит здесь и выполняется в совершенной точности.

В сущности, дело обстоит здесь совершенно так же, как и с остальными естественными законами. Но в небесных пространствах закономерность обнаруживается гораздо яснее и отчетливее, нежели, например, в сложной игре органической жизни на земной поверхности. Можно даже сказать, что закономерность неба стала для нас ясной потому, что «гармония сфер» разыгрывается согласно простым законам. В противном случае, в высшей степени вероятно, человеческий разум никогда не смог бы отыскать в хаосе отдельных движений руководящего естественного закона.

Здесь нужно остановиться еще на одном обстоятельстве, относительно которого справедливо было сказано, что оно существует для того, чтобы мы, люди, могли разгадать тайну движений в нашей планетной системе. Обстоятельство это заключается в том, что солнце по своей массе значительно превосходит все остальное в планетной системе. Благодаря этому движения, совершаемые отдельными планетами (в том числе и нашей землей) вокруг солнца, в общем оказываются простыми и правильными. Так что разум человеческий в состоянии познавать законы этого

движения. Если бы, наоборот, строение нашей планетной системы было таково, что отдельные небесные тела, обращающиеся вокруг солнца, почти равнялись бы по своей массе или весу этому последнему, по даже наивысшее человеческое остроумие не было бы в состоянии наперед определить пути этих небесных тел. Даже закономерный характер этих движений едва ли удалось бы нам познать в этом случае.

Лагранж, один из величайших математиков, когда-либо живших, говорит по этому поводу: «Кажется, словно природа начертала пути небесных тел такими, каковы они суть в действительности, как раз с той целью, чтобы мы могли *вычислить* их. Если бы не было этого столь благоприятного для наших методов отношения, то математики тотчас же должны были бы отказаться от своей работы, они ничего не могли бы достигнуть». Согласно нашим нынешним знаниям существование этих благоприятных для вычисления отношений в строении планетной системы является случайным: тут могли бы быть и другие, неблагоприятные отношения. Более того, наблюдения делают весьма вероятным, что в чуждых нам звездных системах фактически имеются такие неблагоприятные отношения. Если, следовательно, там имеются разумные существа, подобные человеку, то они не будут в состоянии вычислить наперед движение своих небесных тел с такой же точностью, как это выполнимо для нашей солнечной системы. Мы не должны, наконец, забывать и того, что наибольшая доля наших знаний о состоянии небесных тел обусловлена успехами механического и оптического искусства. Если бы не было телескопов, спектроскопов и фотографических пластинок, то о вселенной мы знали бы лишь то немного, что может показать нам наш невооруженный глаз. Только изобретение и усовершенствование инструментов неизмеримо расширило физический и духовный взор людей. Более того, лишь благодаря этому мы вышли из той оторванно-

сти, в какой находились, и познакомились с тем, что лежит за пределами земли.

Такие именно чувства волнуют человека, когда он обращает свой взор к звездному небу. И мы тщетно стали бы искать такого рода чувств к природе в цветущий период греческой и римской древности. Уже Шиллер указывает, что у древних греков можно встретить лишь слабые следы того глубокого чувства природы, той восприимчивости к ней и того интереса к явлениям природы, какие свойственны нам, людям нового времени. Точно также мысль древних лишь редко останавливалась на том могучем впечатлении, какое усеянное звездами небо производит на наши чувства. Редким исключением является известное прекрасное место из Аристотеля, какое сохранил нам Цицерон. «Если бы—читаем мы здесь—имелись существа, которые жили бы всегда в глубине земли в жилищах, украшенных статуями и картинами и всем тем, чем обладают в избытке почитающиеся счастливыми; и если бы затем эти существа узнали о владычестве богов и через раскрытые земные расщелины вышли из своих скрытых жилищ в те места, где мы обитаем; если бы они затем неожиданно увидали землю и море и небесный свод, узнали величину облаков и силу ветров, а также созерцали бы солнце в его красоте и блеске; если бы, наконец, когда ночь покрывает землю, они узрели звездное небо, изменяющийся вид луны, восход и заход светил и их извечно установленное течение: тогда, во-истину, они воскликнули бы: Есть боги, и столь великие вещи суть их творения».

В древности интерес к звездному небу, несомненно, ослаблялся значительно благодаря тому представлению, какое древние имели о небе: они представляли его себе состоящим из хрустальных сфер, к которым прикреплены звезды. Расцветшая новая наука разрушила древние хрустальные сферы, и

узкий взгляд классической древности расширился благодаря этому до пределов действительного мирозерцания. Лишь теперь развился более глубокий интерес к разумному наблюдению неба. И интерес этот, естественно, растет вместе с успехами знания. Подобно тому, как грядущие события наперед отбрасывают свою тень,—так исследованию предшествует стремление к естественно-научному знанию. В каждом новом шаге в мировом пространстве углубляется известным образом интерес, возрастает стремление к дальнейшему знанию. И в настоящее время в самых широких кругах обсуждаются такие вопросы, затронуть которые не решились бы даже величайшие умы древности.

И самого исследователя неудержимо влечет все дальше и дальше. Все вновь и вновь ниспускается он в море неведомого, чтобы принести оттуда жемчуг знания. Словно перед его слухом непрестанно раздаются слова из дивной элегии Теннисона:

Взрывай горы, направляй воды,
Бросай молнии, взвесь солнце!

Куда же приведут нас эти стремления, где будет им конец? Никто не скажет нам этого. Но несомненно одно: поток исследования в настоящее время вздымает все более и более могучие волны. Пятьдесят лет тому назад звучало еще почти сказкой, когда заходила речь о химии небесных светил, об элементах Сириуса или какой-либо нежно-светящейся пыли туманного пятна. Но в настоящее время спектральная фотография показывает нам существование и движение таких небесных тел, которые остаются невидимыми даже для самых сильных телескопов. Более того: нам удалось даже определить величину таких невидимых солнц и вычислить их вес, словно мы пользовались в этом случае весами. Не меньшую роль играет и фотографическая пластинка, которая в настоящее время схватывает птицу на лету.

Мириады самых маленьких звезд, которых не в состоянии схватить ни один глаз, не в состоянии отметить никакая рука, занесены благодаря фотографии на карты. В будущем это даст нам возможность точно познавать малейшие изменения, совершающиеся в глубинах небесного пространства.

Так, наука проникает все дальше и дальше. Но мы должны признать, что то, что достигнуто ею, ничтожно мало в сравнении с тем, что лежит еще перед нами скрытым и неисследованным.

II.

От греков до Коперника.

Астрономически-философские воззрения греков.—Первая попытка определить величину земной окружности.—Гиппарх и Птоломей.—Птолемея система мира.—Николай Коперник и новое устройство мира.

Как уже было упомянуто выше, астрономия еще задолго до расцвета Греции достигла известного развития в Египте, Вавилонии и Китае. Однако, когда речь идет об астрономии древних, то в этом случае имеют в виду преимущественно соответствующие научные стремления и успехи греков. Но здесь же необходимо отметить, что стремления эти были весьма незначительны. По всему своему характеру греки не обнаруживали особенной склонности к наблюдению явлений природы. В несравненно большей степени они тяготели к художественному творчеству и умозрительному мышлению. Поэтому, мы находим у греков гипотезы об астрономических явлениях, но не встречаем у них научных исследований. Между тем, умозрительные построения в области астрономии законны лишь в том случае, когда они служат или для обобщения, или для того, чтобы придать наблюдению,

как таковому, определенное направление. Ни того, ни другого мы не встречаем у греческих философов. Мы находим у них одни лишь гипотезы и фантазии, лишенные доказательств и дальнейшего обоснования. Да и сами авторы этих гипотез и фантазий, повидимому, не придавали им особенного значения.

Умозрения древних философов были в полном смысле слова беспочвенны. Но настоящее умозрение, которое, по превосходному выражению Дюринга, имеет чрезвычайно важное значение именно для механических принципов (т.-е. для естествознания вообще), было им совершенно чуждо. Античный мир не имел таких людей, как Леонардо да Винчи, Галилей, Ньютон, Лаплас, Гаусс, Стефенсон, Сименс, Гельмгольц и многие другие. Именно они создали то, на чем покоится вся жизнь, культура и промышленность, словом, самые устои нашей эпохи. Иначе было бы непонятно, почему человечество на 2000 лет раньше не достигло того господства над силами природы, которым отличается новое время. Ведь руководящая роль принадлежит всегда немногим умам, а преобладающая масса людей идет уже за ними.

Мы отнюдь не хотим преуменьшить значения того, что было создано героями древности, как Пифагор, Архимед и Аристотель. Но созданное ими не выходило за пределы тесного круга лиц, оно служило, скорее, для удовольствия немногих умов и для забавы праздных людей. Жолли справедливо отметил, что слава Архимеда, как великого человека, в меньшей мере покоилась на его важных исследованиях, нежели на изречении: «Дай мне точку опоры, и я сдвину землю с ее основ». Такое изречение звучало величественно, за ним исчезала в каком-то неопределенном тумане личность его творца. Только весьма немногие знали, на чем собственно покоилось это изречение, и что, во всяком случае, тут перед нами лишь простое иносказание. Как возросло бы изумление древних, если бы исследователь, знакомый

с действительным соотношением вещей, дополнил тогда слова Архимеда, указав, как много времени требуется для самого ничтожного перемещения земного шара при помощи рычага и человеческой силы. Ведь, чтобы сдвинуть землю с ее места всего только на один миллиметр, Архимед должен был бы давить на плечо своего рычага в течение 20000 миллионов лет. Таким образом, даже несведущий человек без дальнейших рассуждений ясно представил бы себе иносказательное значение изумлявшего древний мир закона рычага. Пифагорейцы, как известно, представляли себе землю вращающейся вокруг центрального огня. Но мы отнюдь не должны представлять себе в этом случае системы Коперника. Самое большее, тут перед нами лишь неясные представления, которые не выдерживают сколько-нибудь строгой критики. Действительно, пифагорейцы предполагали, что центральный огонь находится не где-либо на месте солнца, а, скорее, под землею или между нею и «противоземлей».

Во всяком случае, само собою ясно, что тут совершенно не может быть речи о научно обоснованных воззрениях, или даже исследованиях. Эти философские умозрения не оказали никакого влияния на ход развития астрономии. Последняя начинает появляться у греков в качестве настоящей науки лишь в александрийскую эпоху. Именно в это время, под покровительством Птолемея, Александрия становится центром наук и искусств. Ничего подобного мы не наблюдаем уже во всей древности. Около 300 года до Р. Х. мы встречаем в Александрии двух древнейших истинных астрономов Греции, Тимохариса и Аристотеля. Они, действительно, систематически наблюдали небо и создали нечто такое, что могло послужить основанием для работы потомства.

За ними, приблизительно, через 100 лет следовал Эратосфен. Он впервые попытался определить величину земли. Это была грандиозная мысль для того

времени. Он предполагал при этом, что наша земля имеет форму шара и по величине небольшой дуги определил всю окружность. Эратосфен знал, что в день летнего солнцестояния, когда солнце занимает на небе в северном полушарии самое высокое положение, лучи его в полдень проникают в Сиене в Верхнем Египте до самого дна глубочайших колодезев. Он сделал отсюда совершенно правильный вывод, что солнце в это время должно стоять очень близко от зенита Сиены. Вместе с тем его собственные наблюдения показали, что в то же самое время в Александрии солнце было еще удалено от зенита на $7\frac{1}{5}$ градуса. Расстояние между обоими городами, Александрией и Сиеной, определялось в то время в 5000 стадий. Эратосфен рассуждал, далее, таким образом. Оба названные города удалены друг от друга на $7\frac{1}{5}$ градуса или на $\frac{1}{50}$ целой окружности, и эта дуга имеет в длину 5000 стадий; следовательно, вся окружность земли должна быть в 50 раз больше, или она должна равняться 250000 стадиям. Обыкновенно принимают, что 40 стадий равны одной географической миле, и, следовательно, по вычислению Эратосфена, окружность земли должна равняться 6250 милям. Это почти верная величина, так как мы знаем в настоящее время, что она равняется 5400 милям. Однако, приблизительную правильность вычислений Эратосфена нужно приписать одной лишь счастливой случайности. Повидимому, и другие пытались в то же время, а, быть может, и раньше, вычислить подобным же образом окружность земли. Так, Архимед, умерший в 216 г. до Р. Х., упоминает о попытках доказать, что окружность земли равна 300000 стадий.

Чтобы определить видимые места небесных тел, Эратосфен изготовил большие инструменты, получившие известность под именем армиллярных сфер. При помощи этих инструментов он определил угол, образуемый плоскостями солнечного пути и земного

экватора, или, так-называемое, наклонение эклиптики к экватору. Под старость он ослеп и лишился способности наблюдать. Он предсчел уморить себя голодом. Так, по крайней мере, сообщает об этом предание.

Среди его преемников самым выдающимся был Гиппарх живший, повидимому, между 160 и 125 гг. до Р. Х. Но о его жизни мы не знаем ничего достоверного. Его сочинения не дошли до нас. Но того, что Птоломей сообщает об этом в своем сочинении «Альмагест», достаточно, чтобы показать, что Гиппарх был, несомненно, величайшим астрономом-наблюдателем всей древности. В его время, говорят, в созвездии Скорпиона появилась новая звезда. И, действительно, китайские летописи упоминают о «ке-зинг» или «звезде-гостье», которая появилась в июле 134 года до Р. Х. Но, как бы там ни было, Гиппарх задумал определить видимые места всех звезд на небе и составить, таким образом, звездный каталог. Плиний называет эту попытку передать потомству небо как бы в наследство смелым предприятием. Но Гиппарх осуществил свое намерение и открыл при этом явление, так-называемого предварения равноденствия (прецессию). Путем сравнения своих наблюдений с прежними наблюдениями Тимохариса и Аристилла, он нашел, что долготы всех звезд ежегодно увеличиваются на 50 дуговых секунд. И причина этому та, что точка пересечения плоскости экватора и плоскости солнечного пути, так-называемая точка весеннего равноденствия, ежегодно отклоняется к западу на указанную величину. Гиппарх наблюдал прилежно и планеты. Но он не решился дать системы их движений.

Это впервые выполнил живший около 130 года после Р. Х. Клавдий Птоломей. Точно также и об его жизни мы не имеем почти никаких более или менее точных сведений. Но его главное сочинение, называвшееся первоначально *Μεγάλη σύνταξις*, т.-е. «Ве-

ликое построение», позднее получило известность под испорченным арабским именем «Альмагест». Почти в течение полутора тысяч лет оно служило главным источником астрономических знаний. В этом труде Птоломей изложил все астрономические сведения своего времени. Но наибольшее значение для последующего времени имело то, что он дал здесь систему планетных движений, которая под именем птоломеевой системы мира пользовалась неограниченным господством вплоть до Коперника.

Согласно этой системе, земля образует неподвижный, покоящийся центр всего мира. Вокруг этого центра движется ближе всего Луна, затем Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн. Каждое из этих небесных тел имеет свою особенную сферу, а все они окружены восьмой сферой. Эта последняя служит для движения неподвижных звезд. Однако, этих сфер оказалось еще недостаточно, чтобы объяснить все движения на небе. Птоломей вынужден был допустить еще три дальнейших сферы, из которых самая крайняя получила название *primum mobile*—первый двигатель. Назначение ее состояло в том, чтобы все вообще существующие небесные тела обращались вокруг земли правильно и равномерно в течение 24 часов. Однако, движения планет очень неправильны. То движутся они вперед, то стоят на месте и некоторое время движутся даже в обратном направлении. Так что видимым образом они образуют на небесном своде петли. Эти неправильности составляли очень серьезное затруднение для объяснения. Чтобы обойти его, допускали, что планеты движутся вокруг земли не просто по кругу, а, скорее, по побочному, малому кругу, так-называемому «эпициклу», центр которого обращается вокруг земли по большому кругу. Когда наблюдения стали точнее, одного эпицикла стало уже недостаточно. Пришлось присоединить к первому еще второй эпицикл. А неогреты, в своем допущении все большего и

Большого числа эпициклов, доходили, в конце-концов, до полнейшей несуразницы.

Здесь не место останавливаться подробно на тех трудностях, с какими связана птоломеева система. Птоломей допускал, что планеты движутся вокруг нематериальной, математической точки, которая, в свою очередь, описывает круг около какой-либо другой нематериальной точки и т. д. Но человек современного научного мышления сразу же поймет, что такого рода движение вообще невозможно в природе. Ведь эта последняя всегда достигает своих целей наипростейшими средствами. Вопрос: для чего? неуместен в изучении природы, как лишенный всякого философского значения. Но он невольно напрашивается, когда видишь это нагромождение круговых движений, при помощи которого Птоломей и его позднейшие последователи пытались объяснить движение планет. Для чего эти удивительные эпициклы? Для какой цели служат круговые движения около математической точки? Ответ прост: только для того, чтобы не нарушить покоя земли!

Пока предполагали, что земля есть неподвижный центр мира, и что все остальные небесные тела существуют только ради нее,— до тех пор, под влиянием видимости, эти удивительные движения небесных тел должны были рассматриваться, как действительные. В птоломеевой системе мира дело шло только о системе видимых явлений, и едва ли ее творец думал, что он создал здесь нечто законченное и совершенное. Однако, благодаря замечательному стечению обстоятельств, эта система видимых явлений почти в течение полутора тысяч лет почиталась за выражение действительности. Иногда бывало даже в высшей степени опасно сомневаться в ней.

Так, даже король Кастилии, Альфонс X, был обвинен в богохульстве за свои слова: «Если бы творец мира спросил моего совета, то я предложил бы ему более простую систему, нежели птоломеева».

Первый, кто признал несостоятельность птоломеевой системы мира, был *Леонардо да Винчи*, тот великий художник, который мог соперничать с божественным Микель-Анжело. Он пришел к этому в результате глубокого размышления и во всеоружии научных принципов. Он принадлежит к числу тех гениальных умов, деятельность которых, куда бы ни направляли они свои шаги, всегда бывает связана с величайшими открытиями. Он стоит к нашей эпохе и ее научному способу мышления ближе всякого другого из своих современников: через четыре века протягивает он руку исследователю наших дней. Он ясно постиг несостоятельность учения о покое земли и о ее положении в центре вселенной. Более того. Его занимал уже вопрос о том, как вращение земли влияет на свободное падение тел. Но его сочинения не увидели света при его жизни. Вплоть до наших дней никто не подозревал даже о том, что творец «Тайной Вечери» был яркой звездой и на небосклоне науки. Для современников его исследования остались неизвестными. Птоломеева система мира вплоть до шестнадцатого века почиталась единственно правильным объяснением небесных движений.

Лишь смелый подвиг бессмертного *Николая Коперника* поставил солнце в центр планетной системы. Лишь зрелый плод его многолетних, неутомимых исследований, ясного, непредубежденного мышления и мужественного, смелого убеждения ниспроверг эту систему видимости и привел к господству истинной системы мира.

Коперник принадлежит к числу тех немногих людей, дарования которых охватывают несколько областей. И всюду достигают они больших успехов. Он принадлежит к тем могучим умам, которые появляются на земле только время от времени, через большие промежутки, и следы их славной деятельности переживают времена и народы. Действительно, пока

образование и цивилизация сохраняют свое господство, пока будут существовать на земле мыслящие люди, — до тех пор не исчезнет имя Коперника.



Коперник.

Николай на 10 году жизни был взят на попечение своим дядей Лукой Ватцельроде, который с 1489 года был епископом в Эрмланде. В зимнее полугодие 1491—92 г. мы встречаем молодого Коперника в краковском университете. Он числился здесь в списках под именем Николая и изучал древние языки, математику и астрономию. Отсюда он вернулся назад в Эрмланд. Его дядя-епископ послал его в Италию с целью изучать там прежде всего церковное право. В сопровождении своего старшего брата он отправился в Рим, где 6 ноября 1500 г. наблюдал лунное затмение. Но, исполняя желание капитула каноников (коллегия соборных священников) в Эрмланде, он усердно изучал также и медицину. Вернувшись в Эрмланд, он получил в 1510 г. в Фрауенбурге место каноника. Но собственно священником Коперник никогда не был. Он удовольствовался низшими степенями духовного сана, чтобы без помехи отдаться своему врачебному призванию и тихим научным занятиям.

Его новейший и основательнейший биограф, проф. Адольф Мюллер, работой которого я пользуюсь в

Николай Коперник родился 19 февраля 1473 г. в Торне в Восточной Пруссии. Он был сыном булочника, который около 1458 г. переселился в Торн из Кракова. От брака последнего с Варварой Ватцельроде родилось четверо детей, из них два сына. Творец истинной системы мира был младшим из обоих сыновей. Оба сына посвятили себя духовному званию. После ранней смерти отца Ни-

дальнейшем, говорит о нем: «Он отличался во всем простотой и прямою, общество даже пугало его. Этот ученый каноник почти 40 лет своей жизни провел в том, что из своей рабочей комнаты переходил на клирос, а с клироса снова возвращался к своей работе. Свою жизнь он посвятил, прежде всего, Богу и науке. Но пронзительный ум этого спокойного, прямого, непоколебимого в чувстве своей правоты, человека не мог укрыться от взоров епископа и братии. Его умные советы выслушивались всегда охотно, и ему предпочтительно перед другими поручались важные, ответственные должности, требовавшие особого доверия. Несмотря на любовь к замкнутому образу жизни, Копернику довольно часто приходилось покидать на время свое излюбленное местопребывание в Фрауенбурге. Ему приходилось исполнять такие поручения своих сослуживцев, которые, повидимому, мало согласовались с призванием высоко-ученого духовного лица. Так, мы видим его то у его дяди-епископа в Гейльсберге, то в качестве управителя капитула каноников в Алленштейне, то он едет на судебное разбирательство, то он среди вражеского стана, или при княжеских дворах. Наконец, он был избран в управители епископа, и мы находим даже его имя в списке кандидатов на епископское кресло. Но, где бы мы ни встречали этого великого человека, он всегда снова возвращается в свою тихую соборную келию. Только прямое приказание начальствующих способно было удержать его временно вдали от нее.

Очень большой славой пользовался Коперник во время своей деятельности в Эрмланде в качестве врача. Он был известен здесь под именем доктора Николаса. Но его услугами, как врача, пользовались только епископ и капитул каноников. Кроме того, он лечил бедных, относясь к этому, как к заповеди любви. Слава о нем, как о враче, распространилась даже за пределы Эрмланда. Из многих мест к нему,

обращались за помощью. Однажды его ближайший и старейший друг, кульмский епископ Тидеман Гизе, совместно с которым он провел в Фрауенбурге, по крайней мере, 30 лет, схватил в апреле 1539 г. в Штаргарде во время путешествия сильную и упорную перемежающуюся лихорадку. Он тотчас же обратился за помощью к Копернику. Этот не замедлил явиться к своему любимому другу и пробыл у него несколько недель. Даже герцог Альбрехт Прусский, обеспокоенный болезнью одного из своих вернейших советников, областного начальника Георга фон-Кунгейма, обратился за помощью к Николаю Копернику.

Но его любимым занятием в свободное время была и оставалась астрономия. В этой области ему суждено было сделать свое имя бессмертным. Об обсерватории в Фрауенбурге проф. Мюллер говорит: «Над стеной соборного двора поднимаются несколько башен, построенных, очевидно, для защиты от врагов. Одну из этих башен Коперник превратил в свое постоянное жилище. Эта, так-называемая, «коперниковская башня» образует северо-западный угол продолговатого соборного двора. Отсюда вел свободный вход на одну из поднимающихся над стеной террас. Как эта терраса, так и самая башня были прекрасно приспособлены для астрономических наблюдений.

Почти сорок лет занимался здесь и делал свои наблюдения Коперник. Наибольшая часть наблюдений, послуживших для построения его системы, была произведена в Фрауенбурге. Многие из этих наблюдений деятельный и добросовестный исследователь, вероятно, выбросил, как менее ценные, при окончательном их разборе. Все это, к сожалению, потеряно, таким образом, для потомства.

Коперниковская башня за этот долгий промежуток времени, протекший с тех пор, как она приобрела мировую славу, вплоть до наших дней, подверглась некоторым перестройкам. Так что не легко дать наглядную картину ее первоначального устройства.

В 1811 году она принадлежала канонику Вёльки. Затем, вместе с приходом этого каноника именным указом она была передана гимназии в Браунсберге. В 1815 г. гимназия вступила во владение своим новым имуществом. Но в это время правительство сочло более соответствующим оставить этот дорогой памятник во владении капитула каноников. После того башня с чувством благоговения была вновь отстроена и украшена. А в новейшее время в этих священных стенах помещена соборная библиотека.

Произведенные Коперником наблюдения и внимательное изучение древних мало-по-малу привели его к тому убеждению, что птоломеева система мира, по которой земля образует центр вселенной, представляет собой заблуждение. Он нашел, что солнце, напротив, образует центр для движений планет, и наша земля в годовом своем движении описывает круг около солнца. Это убеждение было зрелым плодом многолетних занятий, которые он изложил, наконец, в своем главном труде: «*De revolutionibus orbium caelestium libri VI*».

Необходимо отметить здесь замечательный факт, что задолго до появления этого бессмертного труда ученый мир знал уже о новой системе. Ретикус отправился даже в Фрауенбург, чтобы получить здесь разъяснение от самого учителя. Но факт этот находит себе простое объяснение: в Вене в 1873 г. было найдено краткое извлечение, которое Коперник сообщил своим близким друзьям еще задолго до издания главного труда. Вероятно, он хотел узнать их мнение о своей новой системе мира. Найденная в королевской библиотеке в Вене Куртцем рукопись, говорит проф. Мюллер, исходит не непосредственно от самого Коперника, а отчасти представляет собой даже неудовлетворительную копию соответствующей рукописи Коперника. Вторая, более удовлетворительная копия была найдена в 1878 г. в библиотеке Стокгольмской обсерватории. Едва ли можно сомне-

«вваться в том, что мы имеем здесь перед собой «введение» в более крупный труд. Гемма Фризий из Лёвена писал о нем в июле 1541 г. епископу Дантиску: «Если Коперник докажет свое дело, как об этом вполне можно заключить из его введения, то мы получим от него новую землю, новое небо и новый мир».

После краткого вступления, в рукописи следует семь следующих положений:

1. Не все небесные пути или сферы имеют один и тот же центр.

2. Центр земли не есть центр вселенной, а только тяжести и лунного пути.

3. Все пути идут вокруг солнца; оно, находясь посередине, образует центр системы мира.

4. Если сравнить расстояние солнца от земли с расстоянием неподвижных звезд, то первое ничтожно мало в сравнении с последним.

5. Видимое ежедневное движение небесного свода есть, в действительности, не что иное, как вращательное движение земли вокруг своей оси.

6. Мы движемся вместе с землей вокруг солнца, почему многие наблюдаемые собственные движения последнего суть в такой же мере движения земли.

7. Той же самой причиной объясняются видимые обратные и прямые движения планет. Достаточно, следовательно, одного только движения земли, чтобы объяснить все различные видимые движения на небе.

«Предпослав эти положения,—продолжает Коперник,—я мог бы теперь в немногих словах доказать, как прекрасно получается, таким образом, правильное движение. Но ради этой краткости я миную здесь все математические доказательства. Они относятся к главному труду...

Но для того, чтобы не подумали, что я (выставляю одни лишь утверждения, пусть сравнят мое объяснение с явлениями; тогда увидят, что оно столь же

хорошо согласуется с ними, как и прежние теории, перед которыми оно имеет даже преимущество».

После таких вступительных слов ученый мир с понятным нетерпением ожидал, конечно, появления главного труда. И высокие сановники церкви, как кардинал Николай Шёнберг и Тидеман Гизе, кульмский епископ, настаивали на опубликовании труда. По мере того, как молва о важных результатах исследований фрауенбургского каноника все более и более распространялась, подняла свою голову, конечно, и зависть мелких душ. Коперника пытались прокричать человеком честолюбивым и беспокойным разрушителем основ. Его научное исследование сделалось даже предметом насмешек для балагантных комедиантов. Эти жалкие ухищрения вместе с их виновниками давно уже забыты историей. Но в то время они заставили некоторых истинно просвещенных людей настоятельно рекомендовать Копернику опубликовать свои исследования. Точно также и епископ кульмский писал ему, чтобы он без замедлений опубликовал основные положения своей, по видимому, новой системы, ибо это скорее всего заставит умолкнуть насмешников. Эти насмешники были, конечно, такого рода людьми, которым не было никакого дела до основных положений. Ведь в господствовавшей тогда птоломеевой системе мира они понимали столь же мало, как и в новом учении Коперника.

Возможно, что этот последний, все же, не решился бы опубликовать свой труд, и, весьма вероятно, он был бы потерян для потомства. Но, к счастью, в Фрауенбург приехал Георг Иоахим Ретикус, профессор в Виттенберге, с целью заниматься у Коперника астрономией. Он убедился в правильности выводов фрауенбургского каноника и сообщил об этом в Нюрнберг математику Иоганну Шонеру.

После некоторых переговоров этот последний совместно с Андреем Осиандером взяли на себя печатание труда Коперника. Он вышел под заглавием: *Nicolai Copernici Torinensis, de Revolutionibus orbium caelestium libri VI* („Шесть книг о круговых движениях небесных тел Николая Коперника из Торна“).

Книга посвящена была папе Павлу III. В посвящении Коперник смело называет господствующее среди богословов мнение о неподвижности земли «нелепой выдумкой» и раз навсегда кончает с мнением людей несведущих о его книге. Если, однако, — говорит он, — простые болтуны, несведущие в математике, примутся рассуждать о его труде, причем намеренно будут извращать тексты священного писания, то на такого рода нападки он ответит презрением. Известно ведь, что даже знаменитый Лактанций, которого нельзя, конечно, причислить к числу математиков, высказывал очень детские взгляды о форме земли и высмеивал тех, кто считал ее шарообразной. О математических вещах следует писать только для математиков.

Такой мужественный язык в таких вопросах был не обычен в то время. Он возымел, однако, свое действие.

Но сам он, этот смелый и мужественный человек, сорвавший завесу с небес и разбивший хрустальные сферы древних, — сам он не дожил до результатов своего труда. Когда ему принесли первый экземпляр его книги, он лежал уже без движения на смертном одре. Он увидел книгу и прикоснулся к ней правой рукой. Через несколько часов он испустил свой великий дух. Это было 24 мая 1543 г.

В первом издании книги Коперника, появившемся в Нюрнберге в 1543 г., новое учение обозначается в предисловии, как гипотеза, которую «не следует считать ни истинной, ни вероятной», она должна служить — де для того, чтобы удобнее было вычислять

небесные явления¹⁾. Такое заявление было бы совершенно непонятно, если сравнить его с посвящением и остальным содержанием самого труда. Но дело объясняется просто: предисловие это не принадлежит Копернику, а исходит, скорее всего, от Осиандера, который рассчитывал таким образом, защитить книгу от ярости фанатиков. Осиандер не называет себя, правда, при этом автором этого небольшого, вставленного «предисловия о гипотезах труда». Но в настоящее время мы знаем, что он был его действительным автором. А предисловие самого Коперника довольно ясно обозначается, как «предисловие автора» (*Praefatio auctoris*).

Здесь не место останавливаться подробнее на специальном содержании великого труда Коперника. Мы укажем лишь на то, что этот последний сам ясно и смело говорил: «Никакое иное построение не могло бы дать столь изумительной симметрии вселенной и столь гармонического сочетания орбит. Я мог достигнуть этого, только поместив мировое светило, солнце, в качестве руководителя всей семьи обращающихся вокруг него светил, в центре величественного храма природы, как бы на царственном троне. Кто мог бы отыскать во всей дивной природе для солнца лучшее место, нежели то, откуда оно может освещать всю вселенную?».

С появлением труда Коперника «*De revolutionibus orbium caelestium*» раз навсегда были разбиты оковы, сковывавшие умы.

Мы, дети позднейших поколений, привыкли к открытию новых поразительных естественнонаучных истин. Нам трудно уже составить себе ясное понятие о том, можно сказать, ошеломляющем действии, какое было произведено книгой Коперника. Древнее представление о вечном покое нашей старой земли

¹⁾ Это замечание вполне соответствует воззрениям современнознания.

было освящено веками; оно нашло себе опору в веровании самых выдающихся людей; оно, казалось, находило прямое подкрепление в Библии; обычное восприятие, ежедневный опыт многих и многих миллионов людей утвердили это представление. И вдруг оно оказалось ниспровергнутым, земля стала звездой среди других звезд, обращающаяся вокруг солнца по громадной орбите, с большой скоростью! Это представление казалось для громадного большинства живших в то время людей чем-то необычайно чудовищным, с чем они никак не могли примириться, несмотря ни на какие доказательства. А за всем этим крылось еще нечто совершенно иное, гораздо более важное, нежели самая астрономическая задача: тут возникал вообще вопрос о положении человека во вселенной.

III.

Липперсгей и Галилей.

Изобретение зрительной трубы.—Ганс Липперсгей.—Открытия Галилея на небе.—Сферы Птолемея разрушены.—Процесс Галилея.

Новое учение о движении земли встретило сильное сопротивление. Лишь немногие более проницательные умы убедились в его истинности. И даже среди таких людей некоторые молчали, из боязни прослыть разрушителями основ и противниками священного писания.

Но истина, в конце-концов, все же, пробивает себе путь. Для торжества учения Коперника решающее значение имело то обстоятельство, что около 1608 г. случайно было сделано изобретение, чрезвычайно расширившее пределы физического зрения человека. Это была зрительная труба. Среди врагов Коперника были рьяные поклонники греческой и римской

древности. Они не хотели признавать никакого прогресса человеческого знания, которого не знала бы эта блестящая эпоха. И это были люди не без влияния. Для них изобретение зрительной трубы, действительно, явилось неприятной неожиданностью, так как тут было нечто новое, о чем древние не имели решительно никакого представления. Следовательно, и новое время могло создать нечто такое, что имело большое значение, и чего древность не могла, однако, изобрести. Это было сильной поддержкой для тех, кто вместе с Бэконом говорил: «Мы—истинные древние!».

Неизвестно, когда и кем была изобретена зрительная труба. Во всяком случае, уже спустя пятьдесят лет после ее первого появления нельзя было указать ближайших обстоятельств, при которых впервые был создан этот чудесный инструмент. Но факт тот, что в 1608 г. шлифовальщик оптических стекол, родом из Невеля, по имени *Ганс Липперсгей*, живший в Миддельбурге, представил генеральным штатам Голландии инструмент—«чтобы далеко видеть». В то же время он просил о привилегии на тридцать лет или о выдаче ежегодной пенсии. За это он обещал изготовлять такие инструменты на пользу страны. Вследствие этой просьбы генеральные штаты избрали 2 октября названного года особую комиссию, которой и поручили испытать предложенный инструмент. Эта комиссия, повидимому, серьезно отнеслась к своей задаче. Ибо уже через несколько дней после этого Липперсгею было поручено изготовить еще три инструмента. Но он должен был устроить их так, чтобы в них можно было смотреть обоими глазами. Оптик быстро выполнил это поручение. Вероятно, у него уже имелись в запасе отшлифованные стекла, и ему оставалось, следовательно, только вставить их в трубы. В начале декабря он представил уже свои новые инструменты, которые снова были испробованы особой комиссией.

Комиссия дала благоприятный отзыв, и представленные Липперсгеем три инструмента были куплены у него за необычайно высокую цену в 900 гульденов. Но в привилегии ему было отказано, так как для других лиц было уже известно об этом изобретении. Не подлежит сомнению, что это не было простой отговоркой. Ибо уже вскоре после того, как Липперсгей представил свой первый инструмент, поступило новое ходатайство Якова Адриансзоона, по прозвищу Меций, жившего в Алькмааре. Представляя при этом зрительную трубу, он говорил: после двухлетнего труда и размышления ему удалось изобрести инструмент, при помощи которого можно ясно видеть настолько отдаленные предметы, что простым глазом мы их или совсем не видим, или видим лишь неясно. Правда, представляемый им инструмент сделан из плохого материала. Но, по свидетельству его светлости принца Морица и других, сравнивавших оба инструмента, он действует столь же хорошо, как и незадолго до этого представленный гражданином из Миддельбурга. Он не сомневается, что настоящий инструмент можно еще значительно усовершенствовать. Но он просит о привилегии, чтобы никто, не владевший уже этим изобретением и не применявший его, не имел права в течение 22 лет, под страхом конфискации и штрафа в 100 гульденов, продавать такой инструмент. А, кроме того, он (Меций) просит наградить его личной суммой денег. 17 октября Адриансзоону было поручено согласно решению штатов улучшить свой инструмент. Но в привилегии ему, все же, было отказано.

Таковы исторически несомненные факты относительно первого появления зрительной трубы. Ясно, таким образом, что мы совершенно не знаем, кто был ее первым изобретателем. Как гласит предание, дети Липперсгея играли как-то стеклами от очков. Случайно они расположили их одно за другим так, как

расположены стекла в наших нынешних театраль-ных биноклях. Когда они стали глядеть в них, то соседнюю церковь они увидали в увеличенном виде и так, словно она придвинулась к ним. Они сказали об этом своему отцу, который набрел, таким образом, на мысль об устройстве зрительной трубы.

По другому преданию, к Липперсгею пришел иностранец или гений и заказал ему отшлифовать два круглых стекла, одно выпуклое, а другое вогнутое. Потом он явился за стеклами. Получив стекла, он расположил их на некотором расстоянии друг от друга и унес с собой. Липперсгея это навело на мысль повторить тот же самый опыт с другими стеклами. К своему удивлению он увидел отдаленные предметы совсем близко от себя.

Насколько верны эти рассказы,—этого нельзя уже сказать. Во всяком случае, нужно допустить, что уже до 1608 г. или, самое позднее, в первой его половине, кто-то изобрел простую зрительную трубу. А когда Липперсгей подал свое прошение, то дело было уже достаточно известно. Ибо в противном случае Адриансзон из Алькмаара не мог бы почти одновременно хлопотать о привилегии для представленной им зрительной трубы.

Но как бы там ни было, одно несомненно, что вновь изобретенный инструмент быстро получил распространение за пределами Голландии, во Франции и Италии. Ибо уже в следующем году какой-то голландец доставил такой инструмент в Рим и другой в Венецию, где они возбудили сильный интерес.

В последнем городе как раз находился тогда *Галлилей*. Видал ли он сам голландский инструмент (в Париже?), это остается неизвестным. Но дошедшая до его слуха весть побудила его заняться изучением нового изобретения. Когда он вернулся в Падую, ему удалось изготовить здесь такой же инструмент. Он находился тогда в довольно стесненном материальном положении. Не раздумывая долго,

он воспользовался новым изобретением и своим его воспроизведением для того, чтобы добиться от республики Венеции увелечения своего содержания и пожизненного места. Уже современники Галилея знали, что он обманул сенат Венеции, так как представил ему инструмент, как свое собственное изобретение. Тогда как уже целый ряд других людей были знакомы с ним. По-истине грустно видеть как этот знаменитый человек прибегал к явной неправде, чтобы выставить себя в блестящем свете. Он писал, напр., дожу Венеции, что к изобретению зрительной трубы он пришел путем продолжительных и серьезных занятий по оптике. В действительности же, он не имел ни малейшего представления об элементарной теории зрительной трубы. Точно также его дальнейшие сообщения о своих опытах с выпуклыми и вогнутыми чечевицами показывают, как недостаточны были его знания в этом отношении. Его интересовало в этом случае лишь одно: возможно скорее извлечь из своего мнимого изобретения денежную выгоду. Чечевицы он по-просту покупал у шлифовальщиков стекол. А насколько удачны были сделанные из них зрительные трубы,—это показывает следующий факт: сквозь такую изготовленную Галилеем и подаренную им курфюрсту кельнскому трубу, звезды казались четырехугольными, с широкими голубыми, красными и желтыми краями.

Но участие Галилея в этом деле имело большое значение. Как ни плох был его инструмент, он воспользовался им для изучения неба и сумел пробудить интерес к тому, что он увидал там. Точно также и в Голландии, по всей вероятности, скоро воспользовались вновь изобретенным инструментом для наблюдений на небе. Ведь так легко было прийти к мысли направить на небо этот инструмент, который, по видимому, приближал отдаленные земные предметы. Однако, мы ничего не слышим о том, чтобы в Голландии производились астрономические наблюде-

ния при помощи зрительной трубы в первое время после ее изобретения. Таким образом, 1609 г. навсегда останется замечательным годом: тогда человек впервые направил свой глаз, вооруженный новым изобретением, в глубины небесного пространства, он увидел там такие вещи, которых до него не суждено было видеть никому из смертных.

Галилей начал наблюдать сперва при помощи своей трубы звездное небо. Он увидел там много таких звезд, которые были недоступны для невооруженного глаза. В созвездии Ориона, Рака и в Плеядах он увидел много неподвижных звезд, о существовании которых никто ничего не знал. Когда он стал наблюдать луну, то исчезла смесь светлых и темных пятен, из которой фантазия сделала лицо или человека, прислонившегося к древесному стволу. Теперь перед глазами наблюдателя оказались широкие равнины и изрезанные горные ландшафты. Планета Венера не оказалась уже, как это было всегда раньше, блестящей точкой, а временами представлялась светлым серпом, как наша луна во время первой или последней четверти. И так оно должно было быть, если верно учение Коперника, что Венера есть планета, вращающаяся в пространстве между землей и солнцем вокруг последнего. Еще поразительнее было то, что представилось изумленным взорам Галилея, когда он направил трубу на планету Юпитер: он увидел здесь четыре светлых точки, которые, как луны, непрерывно обращались вокруг Юпитера. В этом случае телесный взор человека увидел то, что предносилось уже его умственному взору в планетной системе: центральное тело, вокруг которого в безостановочном движении обращались другие тела.

Теперь сферы Птолемея были разрушены уже безвозвратно. Коперник одержал окончательную победу. «Малый мир Юпитера» представил физическому взору человека подобие большой солнечной системы. Блестящее дневное светило, солнце, также стало пред-

метом наблюдения и исследования. Миновало уже то время, когда невежественная фантазия величала солнце «незапятнанным огнем», когда думали, что это объясняет что-либо. Тогда как, на самом деле, это были лишь пустые слова, которые нисколько не обогащали знания.

Иоганн Фабрициус, родом из Фрисландии, первый открыл на солнечном диске темные пятна. Это было 9 марта 1611 г. Галилей подтвердил это открытие в апреле 1612 и доказывал, что «некоторые из этих пятен величиною превосходят Средиземное море, даже Азию и Африку, вместе взятые». Он нашел также, что пятна медленно перемещаются в общем движении от одного края солнечного диска к другому. Это навело его на мысль о вращении солнца вокруг своей оси.

Эти исследования и открытия весьма мало обрадовали поклонников древних. И, насколько это было в их силах, они пытались подавить эти, так называемые, новшества. Известно, как плохо пришлось при этом самому Галилею. Но добрую половину постигших его неприятностей следует приписать его собственной вине. Да и сам он в научных вопросах, поскольку затрагивались при этом его интересы, обнаруживал не меньшую нетерпимость, не меньший дух гонения, нежели богословы, клявшиеся именем Аристотеля. Его современник Фукцери писал о нем Кеплеру: «Этот человек, как эзоповская ворона, любит украшаться чужими перьями, которые он подбирает повсюду». В настоящее время мы хорошо знаем также, что это пустая выдумка, что Галилей, после того, как его заставили отказаться от коперниковой системы мира, топнул будто бы ногой и воскликнул или пробормотал: *e pur si muove* (А, все-таки, она движется!).

Во всяком случае, он не показал себя человеком твердого духа, который готов защищать найденные истины вплоть до последнего издыхания. Такой человек, как Кеплер, вел бы себя совершенно иначе!

Я отнюдь не склонен преуменьшать значение открытий Галилея или хотя бы в малейшей степени умалять его заслуги в области физики. Но я не могу поставить его рядом с Коперником. И хотя часто можно услышать о «галилеевой системе мира», но фраза эта не имеет никакого смысла. Ведь речь идет, конечно, о коперниковой системе мира. А Галилей изложил только ее в популярном виде. И его личные враги искусно воспользовались этим его сочинением, с целью погубить его при содействии инквизиционного суда. Но как бы там в частности ни обстояло дело с судебным процессом,—все это, я думаю, имеет лишь второстепенное значение. Лучше всего по-просту оставить в покое весь этот, так называемый, «галилеевский вопрос». Все это не задержало, да и не могло задержать научного исследования и не причинило и не могло причинить ему никакого ущерба. Ведь Коперник дал уже миру свою смелую книгу, а изобретение зрительной трубы доставило возможность глубже проникнуть в тайны неба, нежели это вообще доступно для невооруженного глаза человека.

IV.

Кеплер.

Иоганн Кеплер и строение неба.—Юношеские годы и первые работы —Кеплер в Граце и у Тихо-Браге—Три закона небесных движений.—Кеплер и Валленштейн.—Смерть Кеплера.

Прошло двадцать восемь лет со времени выхода в свет книги Коперника. В это время, 27-го декабря 1571 г., в вюртембергском местечке Вейле увидело свет слабое дитя, которому суждено было завершить дело Коперника и разгадать законы неба. Этот ребенок, впоследствии известный Иоганн Кеплер, был сыном трактирщика, одного из тех отчаянных людей,

которых было так много в то время, и дочери содержателя гостиницы Гюльдемана из деревни Эльтинген. Отец Кеплера отправился сначала с вербовщиками герцога Альбы в Бельгию и по возвращении оттуда поселился с семьей в городке Леонберге. Здесь молодой Иоганн на шестом году жизни впервые поступил в школу и должен был, кроме того, помогать в полевых работах. Он должен был научиться лишь тому, что необходимо было знать швабскому крестьянину. Однако, судьба предназначила этому слабому ребенку более высокое жизненное поприще. Благодаря своему прилежанию, мальчик поступил в 1586 г. в протестантскую монастырскую школу в Маульбронне, где его ожидали всяческие неприятности и лишения. Здесь-то он и заложил основу своим обширным познаниям древних классиков и латинского языка.



Кеплер.

Уже в это время Кеплер обнаруживал интерес к наблюдениям над небесными телами. Он отметил в своем дневнике тот замечательный факт, что при наступившем 3 марта 1588 года лунном затмении совершенно не видно было покрытого тенью диска луны. Сдав блестяще экзамен на бакалавра, Кеплер осенью 1589 года поступил в высшую школу в Тюбингене, которая была известна своей

богословской ученостью и нетерпимостью. Здесь он получал, наряду с содержанием, и небольшую денежную стипендию. Оба первых года ушли у него здесь на изучение философских наук, причем Местлин был его учителем по математике и астрономии. Он то впервые и посвятил Кеплера в учение Коперника. Но делалось это тайком, ибо Местлин опасался гнева фанатиков и публично излагал лишь птоломееву систему

мира. Последние три года занятий в Тюбингене были посвящены богословию. Для отличавшегося терпимостью Кеплера это было тяжелое время. Ибо он должен был странствовать вместе с другими по пустынным дорогам застывшего лютеранского православия, которое господствовало тогда в Тюбингене.

И вдруг перед взорами молодого человека засияла дружеская звезда. Еще до истечения первого полугодия пятого курса земские чины Штирии обратились в Тюбинген с просьбой дать им учителя математики и морали для гимназии в Граце. Тюбингенские профессора давно уже косо поглядывали на Кеплера и мало полагались на его сотрудничество в делах вюртембергской церкви. Поэтому они рады были избавиться от него под благовидным предлогом и рекомендовали его земским чинам на место в Граце. Еще до достижения 22-летнего возраста и до завершения своих занятий по богословию, Кеплер был выпущен из Тюбингенской школы и 13 марта 1594 года отправился в Грац. В денежном отношении его положение там было довольно плохое: 150 фл. годового содержания даже в то время едва ли могли считаться достаточным жалованьем для профессора математики и морали.

Помимо его собственных специальных занятий, ему было поручено также составить календарь для Штирии и снабдить его астрологическими предсказаниями на новый год. Однако, при этих предсказаниях Кеплер больше полагался на свой здравый взгляд на вещи, нежели на расположение звезд на небе. В этом отношении счастье улыбнулось ему. Таким образом, реформатор астрономии начал свой жизненный путь, окруженный ореолом великого астролога. Сам он, конечно, прекрасно знал цену своим предсказаниям. Он писал, между прочим, своему другу, что «подобного рода *praedictiones* (предсказания) являются очень сомнительными и, в качестве советов в важных делах, они мало полезны».

Его влекло к себе не исследование влияния звезд на судьбы людей, а изучение законов, которые управляют движениями планет. Ради этого он старательно изучал сочинение Коперника и пришел к тому убеждению, что лишь его система мира может быть правильной. Наряду с этим, Кеплер должен был, конечно, составлять и гороскопы, так как он все более и более приобретал известность великого астролога. Этому в значительной степени способствовала предсказанная им суровая зима 1595 года. Нельзя не обратить внимания на следующий замечательный факт: обладая от природы умозрительным умом и питая склонность к мечтательности, он не погрузился в непроходимые дебри астрологии, а смело направил свой путь в столь темные тогда и чуждые области истинной науки о небе. Этот факт свидетельствует о величии духа Кеплера. Продолжительное изучение системы Коперника навело Кеплера на мысль, что между числом планет и величиной их путей должно существовать определенное отношение. Он задался целью определить это отношение.

После различных сравнений и размышлений он пришел к выводу, что при создании и распределении планетной системы перед творцом предносилось распределение известных со времени Пифагора и Платона пяти правильных тел, и что по естественному плану этих тел творец установил число, отношение и движение небесных тел. Кеплер развил это подробнее в своем первом астрономическом сочинении *Mysterium cosmographicum* (Тюбинген 1596 г.). Лишь последние годы показали, что законы строения кристаллов, колебания звучащей струны и—распределение планет и спутников подчинены одной и той же закономерности. В смутном предвосхищении (научное ясновидение) молодой исследователь сразу напал на правильный путь. Но он не мог вполне ясно для своего времени изложить в письменной форме то, что он созерцал как бы сверхестественными органами.

В 1598 году эрцгерцог Фердинанд издал указ, которым из Штирии выселялись все протестантские учителя и духовные. Только для Кеплера в указе было сделано исключение, так как предполагалось, что он, как прямо сказано в указе, и будет соблюдать везде и повсюду достоподобную скромность и будет, след., вести себя вполне безупречно, так что его светлость не будет вынуждено отменить свою милость. Этим проявлением милости он обязан был не иезуитам, как многие думали, а своему воздержанию от религиозных споров, а также тому, что Фердинанд высоко ценил его сочинения.

Но Кеплер плохо чувствовал себя в Граце, где гимназия совершенно опустела. Охотнее всего вернулся бы он к себе на родину. Он обращался даже к Местлину, нельзя ли предоставить ему место учителя в Тюбингене. Но Местлин был старый, осторожный и трусливый человек, а богословы в Тюбингене отличались гораздо большей нетерпимостью, нежели иезуиты в Граце. К тому же они были завистливы и преисполнены лукавства. О Кеплере они и слушать не хотели. Это было счастьем для молодого астронома и для немецкой науки. Ибо Кеплер решил теперь принять предложение *Тихо-Браге* и стать его сотрудником по астрономии в Праге. В виде особой милости ему было позволено сдать в аренду свое недвижимое имущество в Граце. В октябре 1600 года семья Кеплера переселилась в Прагу, где Кеплер должен был работать под руководством Тихо, в качестве его помощника.

Тихо был вспыльчивый, гордый человек. Он принадлежал к старому дворянскому роду и обладал княжескими богатствами. Несмотря на то, Кеплеру стоило больших трудов получить от него свое жалованье. Сам Кеплер говорит, что ему приходилось почти вымалывать себе содержание. К тому же Тихо находил много недостатков в солнечной системе Коперника. Он поставил себе целью усовершенствовать

ее. Он настойчиво рекомендовал это Кеплеру еще незадолго до своей смерти (у него лопнул мочевой пузырь после обильного придворного обеда). Этот последний значительно превосходил Тихо теоретическими знаниями, хотя и уступал ему в качестве практического наблюдателя. В то же время он был решительным сторонником Коперника. Этим отчасти объяснялись те трения, которые прекратились лишь после неожиданной смерти Тихо, 23-го октября 1601 года. Никто не знал лучше Кеплера, какое важное значение имеют наблюдения Тихо. Однако, лишь та тщательная обработка, которой Кеплер подверг его наблюдения над положением неподвижных звезд и планет, оправдала гордое восклицание умиравшего Тихо: «Я жил не даром!».

К счастью, Кеплер, при первом своем посещении Праги, застал там помощника Тихо за работой над орбитой Марса и поэтому решил заняться выяснением этого вопроса. Он уже в 1603 г. нашел, что Марс имеет замкнутую, овальную орбиту, напоминающую эллипс. Но долго еще он думал, что орбита, все же, не представляет собой настоящего эллипса. «Я, глупый человек»,—говорил он позднее сам,—«полагал, что планета не должна описывать действительного эллипса». После того, как он понял, наконец, эту ошибку, дальнейшее исследование показало, что и другие планеты описывают эллиптические орбиты.

Первый закон был найден:

Орбита всякой планеты есть эллипс, в одном из фокусов которого находится солнце.

Дальнейшие исследования привели его к открытию второго закона:

Линия, идущая от планеты к солнцу (так называемый, радиус-вектор), описывает в равные времена площади одинаковой величины.

Оба эти закона имеются в его, появившемся в 1609 г., сочинении: «Новая астрономия». Однако, пер-

воначально оно не обратило на себя того внимания, какое выпало на его долю впоследствии.

В это время император Рудольф испытывал очень большие денежные затруднения. Поэтому, положение Кеплера в Праге было очень непрочное. В 1612 г. он переселился в Линц в качестве директора местной гимназии. Здесь он снова занялся исследованием строения планетной системы. Целый ряд попыток, которые могли быть лишь слепым, неуверенным нащупыванием истины, ни к чему не привели. Но вот 8-го марта 1618 г. ему пришла в голову мысль сравнить числа, выражающие квадраты времен обращения планет, с числами, выражающими кубическую степень их средних расстояний. Он ошибся, однако, в вычислениях и не нашел в этом случае никакого совпадения. Лишь 15-го мая того же самого года он снова принялся за вычисление, раскрыл допущенную им раньше ошибку и нашел искомое отношение. Он сам рассказывает по этому поводу: отношение это представляло «такое совпадение с моей семнадцатилетней работой над наблюдениями Тихо, что сперва я подумал, уж не грежу ли я, не принял ли я искомое за данное. Таким образом, был найден *третьим* и важнейший закон движения планет, который гласит:

Квадраты времен обращения планет относятся друг к другу, как кубы их средних расстояний от солнца.

«Теперь я пишу»,—воскликнул исполненный победоносного сознания Кеплер,—«книгу *Harmonices mundi* (Мировая Гармония)! Будут ли ее теперь читать,—разве важно это? Она может сотню лет дожидаться «своих читателей, как господь ждал 6000 лет разгадки этой тайны человеком». Книга появилась в 1619 году и была посвящена английскому королю Якову I.

Во время своего пребывания в Линце Кеплер закончил свой другой научный труд, именно составление таблиц движения планет. Они известны под на-

званием *Рудольфовых таблиц*. В 1624 году были закончены все относящиеся сюда работы, и можно было тотчас же приступить к печатанию. Желая добыть необходимые для этого деньги, он поспешил в Прагу к императору. Фердинанд согласился дать очень значительную для того времени сумму в 6000 гульденов, чтобы достойным образом выпустить в свет этот труд. Но деньги эти были только обещаны. А это далеко еще не означало, что они будут действительно даны. Ибо император мог лишь распорядиться, чтобы деньги были выданы имперскими городами Нюрнбергом, Кемптенем и Мейнингеном. Последние же по такого рода императорским указам обыкновенно давали ровно столько же, сколько они дали бы по требованию турецкого султана. После громадных хлопот и усилий от нюрнбержцев Кеплер ничего не получил, а от почтенного совета свободного имперского города Кемптена, а также от совета свободного имперского города Мейнингена ему удалось получить, по крайней мере, часть назначенной суммы. Не теряя времени, он приступил к давно желанному печатанию труда на своем собственном печатном станке! Желая по возможности ускорить появление книги и устранить непредвиденные препятствия, Кеплер попросил разрешения перенести печатание куда-либо в более спокойное место. Получив разрешение, он покинул Линц в ноябре 1626 года. Он снова перевез семью в Регенсбург, а затем отправился в Ульм, чтобы подготовить здесь печатание таблиц. Благодаря его энергии дело быстро наладилось. Несмотря на огромные трудности, с какими в то время необходимо были связаны набор и печатание такого произведения, как Рудольфовы таблицы, Кеплеру уже в следующем году удалось выпустить в свет свое произведение. Он лично вручил первый экземпляр его в декабре 1627 г. императору Фердинанду II в Вене и тотчас же получил за это 4000 гульденов. Я не стану проводить здесь чрезвычайно длинного заглавия этих *Tabulae Rudolphinae*. Я

укажу лишь на то, что все тогдашние астрономы и составители календарей ожидали этого произведения с величайшим нетерпением. Даже иезуит Терренций из китайского города Ханг-чоу отправил в Европу письмо, в котором спрашивает о появлении кеплерова произведения, ибо слух о нем дошел и до него. Кеплер сумел так составить Рудольфовы таблицы, что по своему расположению они по настоящее время остаются образцовыми. Но и помимо того этот большой труд имеет ныне крупное историческое значение. Слава, которой Кеплер пользуется в течение столетий, покоится на его трех законах. Рудольфовы же таблицы суть не что иное, как практическое применение этих законов.

Пребывание Кеплера в Регенсбурге не было продолжительным: отсюда ему также пришлось удалиться, как протестанту. Император должен был ему тогда, приблизительно, 12000 гульденов жалованья. Фердинанд направил его поэтому к Валленштейну. Кеплер, действительно, поступил на службу к герцогу. Он поселился в Загане в Силезии, где Валленштейн построил для себя грандиозную резиденцию. Но знаменитый вождь наемников хотел иметь только астролога, а не астронома. Он полагал, что в настоящее время он больше, чем когда бы то ни было, нуждался в астрологе, ибо грозные тучи собрались над его головой. Курфюрсты, особенно баварский, настойчиво требовали в Регенсбурге отставки императорского полковника. Император должен был согласиться на это как раз в то время, когда он больше всего нуждался в герцоге.

При таких обстоятельствах Валленштейн не был склонен уплатить Кеплеру обещанную сумму. Он предложил ему место профессора в Ростоке. Прежде, чем согласиться на это предложение, Кеплер испросил на то прямого согласия императора. В противном случае, причитавшиеся ему деньги могли пропасть вследствие принятия им новой должности. Чтобы

раз навсегда покончить с денежными делами, он решил сам поехать к императору в Регенсбург. Он немедленно отправился в это далекое и опасное для того времени путешествие. В Лейпциге он посетил своего друга, Филиппа Мюллера, и в первых числах ноября прибыл в старый имперский город на Дунае. Большую часть далекого пути он проехал верхом. В пути он сильно страдал от неблагоприятной погоды. Когда он прибыл в Регенсбург и остановился в доме Гиллебранда Билли на старом рыбном рынке, его здоровье было уже расшатано. Через несколько дней появился сильный жар. Больной сильно бредил, затем он снова затих и не издавал ни звука. 15 ноября 1630 года он умер вдали от своих, на 60-м году жизни, вероятно, больше от стараний врачей, нежели от болезни. 17 ноября, в присутствии многочисленной публики, труп Кеплера был опущен в могилу на протестантском кладбище при храме св. Петра за оградой.

Могильная надпись, которую он сам предназначил для себя, гласит:

*Mensus eram coelos, unuc terrae metior umbras,
Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.*

При жизни измерял я небеса, теперь я измеряю мрак земли,
Небесным был дух, земля покрывает ныне тело.

Нельзя не сожалеть о том, что жизнь Кеплера протекала в самое печальное время, какое когда-либо переживала Германия. Многие считают Кеплера мучеником науки. Такое мнение мы встречаем у Кестнера в его известной эпитафии. Но это неверно. Как видно из оставшегося после него состояния, Кеплер отнюдь не был бедняком, он отнюдь не знал нужды.

Правда, его жизнь представляет собой сплетение всяческих превратностей. Однако, великий исследователь отнюдь не является исключением в этом отношении. В то время в большей или меньшей степени

страдали все немцы, от высшего до низшего. Кто может сосчитать те тысячи людей, которые были вырваны из счастливейших условий жизни и нашли жалкий конец среди ужасов и бедствий войны, никем незамеченные, никем неоплаканные. Несомненно и то, что великие и ценные труды, которыми Кеплер обогатил науку, в значительной степени улучшили его участь, а не ухудшили—как думает Кестнер. На долю такого человека, как Кеплер, должна была бы выпасть, конечно, лучшая и менее обремененная заботами жизнь. Но верно также и то, что его выдающаяся сила ума спасла его от еще больших страданий, от еще больших бедствий, под тяжестью которых тогда стонало подавляющее большинство жителей Германии.

V.

НЬЮТОН.

Исаак Ньютон.—Как он пришел к открытию тяготения.—Кеплеровы законы, как необходимые следствия закона всемирного тяготения.

Коперник и Кеплер определили характер небесных движений. Они выяснили строение планетной системы. Однако, *почему* эти движения происходят таким образом, а не иначе; *почему* планеты описывают вокруг солнца эллипсы, и *почему* существует открытое Кеплером отношение между временем обращения планет и их расстоянием от солнца,—обо всем этом ничего не знали. Люди стояли здесь перед таким фактом, который они не подвергали дальнейшему исследованию. Только очень немногие удивлялись этому или находили здесь побуждение к дальнейшей работе мысли.

Но судьбе угодно было, чтобы в год смерти Галилея в английской деревне Вульсторпе, около Грэнтама в Линкольншире, увидел свет ребенок, которому суждено было проникнуть в тайны мироздания гораздо глубже, нежели кому бы то ни было до него. Это был Исаак Ньютон, родившийся 5 января 1642 года.

Во всей истории человечества едва ли найдется два-три таких гения, которых можно было бы поставить рядом с Ньютоном. И этот великий человек точно также был незнатного происхождения. Его мать, Генриетта Эйскоуф, вскоре после рождения мальчика овдовела. Она сама управляла своим небольшим имением, которое давало около 80 фунтов стерлингов дохода. Обучение молодого Ньютона началось в деревенской школе в Вульсторпе. На двенадцатом году его отвезли в Грэнтам. Здесь его поместили в доме аптекаря Кларка Коста. Он посещал местную общественную школу. Он мало участвовал в играх своих сверстников, а любил заниматься производством небольших приборов, чертить, рисовать и даже сочинял стихи. Когда Ньютону исполнилось 15 лет, его взяли обратно в Вульсторп, где он должен был заниматься хозяйством в своем небольшом имении. По субботам его встречали в сопровождении работника на рынке. Он продавал полевые продукты и покупал на вырученные деньги другие вещи. Молодой человек оказался, однако, мало способным к этого рода деятельности. Спустя некоторое время мать снова отправила его в школу в Грэнтам, где он должен был окончательно подготовиться к ученой деятельности. В 1660 году он поступил в Кембриджский университет (Коллегия Троицы) и посвятил себя там, прежде всего, математическим наукам. Первую ученую степень он получил в 1666 году. Три года спустя он стал профессором математики и занимал эту кафедру в течение целых 26 лет. От 1668—1695 года он был представи-

телем университета в парламенте. Но здесь он ничем не обратил на себя внимания.

Его самые ранние изыскания по вопросу о тяжести относятся к 1666 году, когда он вследствие чумы покинул на некоторое время Кембридж и вернулся в Вульсторп. Пембертон рассказывает в биографии Ньютона, что однажды, когда он гулял один в своем саду, с дерева упало яблоко. Ньютон подумал, что благодаря своей тяжести яблоко упало бы на землю даже в том случае, если бы дерево стояло на



Ньютон.

вершине высочайшей горы. Это навело его на мысль о том, что притяжение может простираться вплоть, до самой луны, и что вместе с прямолинейным движением этой последней, оно определяет форму той орбиты, по которой луна движется вокруг земли. Далее, рассуждал Ньютон, тяжесть на расстоянии луны должна быть значительно меньше, тогда как на вершине горы ее уменьшение оказывается едва заметным.

Такова известная история с упавшим яблоком, которое привело будто бы Ньютона к открытию закона всемирного тяготения. Долго еще в Вульсторпе показывали затем то дерево, с которого упало будто бы это яблоко,—пока, наконец, и само это дерево не пало жертвой закона тяжести. Но вся эта история с яблоком простая сказка, лишенная всякого исторического основания. Знаменитый Гаусс, этот наиболее родственный по духу Ньютону гений, говорит по этому поводу: «История с яблоком слишком наивна. Упало ли яблоко, или осталось на месте,—как можно верить, что такой факт может замедлить или ускорить такое великое открытие? Дело, наверное, обстояло таким образом: к Ньютону мог прийти ограниченный, назойливый человек, который стал допытываться у

него, как он дошел до своего великого открытия. Ньютон, видя, что перед ним стоит совсем глупый человек, и желая отделаться от него, ответил ему, вероятно, что яблоко упало де ему на нос. Любопытному человеку это показалось очень ясным, и он ушел вполне удовлетворенный».

Вообще трудно бывает сказать, каким путем великие умы приходят к новым истинам, которые они затем возвещают миру. *Одно только* можно утверждать: свои первые, конечно, случайные мысли они глубоко обдумывают; они стараются выяснить себе все их следствия; они ничего не принимают на веру, все исследуют и во всем ищут причину и цель. Миллионы людей до Ньютона видели падение тел. Все рассматривали это, как нечто само собой разумеющееся. Лишь для Ньютона это было предметом удивления, и он открыл закон всемирного тяготения. Это открытие не было, конечно, таким легким и простым, как это некоторые воображают. Ибо речь шла не о простом утверждении, а о научном доказательстве. Без математики здесь ничего нельзя было сделать: Ньютон вычислил, как велико должно быть притяжение земли, чтобы оно могло удержать луну на ее орбите. Для такого вычисления требовалось сперва знать, как изменяется притяжение земли вместе с расстоянием.

Ньютон, как прирожденный математический гений, тотчас же понял, что сила эта, если она, действительно, существует, должна уменьшаться в обратном отношении к квадрату расстояния. Если, таким образом, сила эта на расстоянии одного земного радиуса равна 1 , то на расстоянии двух земных радиусов она равняется $\frac{1}{4}$, на расстоянии трех земных радиусов она равна $\frac{1}{9}$; на расстоянии 4 радиусов $\frac{1}{16}$ и т. д. Он знал также, что на поверхности земли всякое падающее тело проходит в первую секунду пространство в 15 футов. В таком случае легко уже было вычислить, достаточно ли притяжения земли на расстоянии луны,

которое, круглым числом, равняется 60 земным радиусам, чтобы удержать луну на ее орбите.

Однако, для действительного выполнения этого вычисления Ньютону необходимо было знать длину земного диаметра, и он принял его равным 34.000.000 футов. Но когда он на основании этого числа произвел свое вычисление, то он нашел, что притяжение земли в таком случае не могло бы удержать луну на ее орбите. Ньютон решил, что самая мысль его ошибочна, и оставил эту работу. Лишь спустя 16 лет, в 1682 году, он снова вернулся к ней. Его побудило к этому дошедшее до него известие, что француз Пикар произвел новое измерение земли и нашел, что ее диаметр равняется, в действительности, 39.200.000 футов. Ньютон тотчас же принялся за свое прежнее вычисление и нашел, что притяжение земли вполне достаточно для того, чтобы удержать луну на ее орбите! Таким образом, был найден великий мировой закон. Но Ньютон не ограничился этим числовым доказательством, а доказал математически, что законы Кеплера суть необходимые следствия действия всемирного тяготения на движения планет. «Ньютон,—говорит Бессель—возвысился до *объяснения* мировой системы, так как ему посчастливилось найти ту силу, необходимым следствием которой являются законы Кеплера. Эта сила должна соответствовать наблюдаемым явлениям, ибо и законы Кеплера соответствуют этим явлениям и заранее их предсказывают».

Ньютон поведал миру свое великое открытие в вышедшем в 1686 году сочинении: «Principia philosophiæ naturalis mathematica». (*Математические начала естественной философии*). В этой книге он тотчас же вывел массу следствий из своего открытия и дал им математическую формулировку. Благодаря этому иво всех когда-либо появлявшихся трудов это сочинение принадлежит к наиболее глубокомысленным и ценным. Первоначально оно было вполне доступно лишь для немногих современников Ньютона. Каково же

должно быть наше изумление, когда мы узнаем, что Ньютон производил свои исследования, пользуясь ремесленными инструментами старой геометрии! Лишь в руках того, кого всемогущий наделил крупицей своего собственного творческого духа, они могли создать такое чудо. «С удивлением и любопытством», совершенно справедливо говорит Уевелль, «рассматриваем мы, потомки, эти тяжеловесные инструменты, словно перед нами какой-либо чудовищный военный снаряд, который стоит праздно среди трофеев давних времен и невольно заставляет нас воскликнуть: «Что же это был за человек, если он легко мог пользоваться этим оружием, которое для нас составляет непосильную тяжесть».

Первое время великое открытие Ньютона отнюдь не вызвало того интереса, какого можно было бы ожидать. Напротив, нашлись противники, которые возражали против допущения действующей на расстоянии силы. А такой именно силой Ньютон и считал тяготение. Для тогдашнего состояния науки и для кругозора современников Ньютона возражения эти отнюдь не являлись беспочвенными. Несмотря на труды Коперника и Кеплера, небесные явления все еще казались обитателю земли совершенно чуждыми. Перенесение свойств земных тел, именно тяжести, на небесные тела казалось тогда чем-то странным. Все это отнюдь не рассматривалось еще, как нечто само собой разумеющееся, как это представляется нам в настоящее время, когда механические понятия достигли большого развития и приобрели большую ясность. Сам Ньютон говорит в своем бессмертном произведении: «Я объяснил явления небесных тел и наших морей (прилив и отлив) силой тяготения, но я еще не указал причины тяготения. Эта сила имеет, конечно, какую-нибудь причину, которая, не уменьшаясь, проникает до самого центра солнца и планет, и которая пропорциональна не поверхностям

(подобно механическим причинам), а субстанции (массе). Причины этих свойств тяготения я еще не мог вывести из явлений, а гипотез я не хочу строить. Достаточно того, что сила тяготения, действительно, существует и действует по указанным мною законам». В конце концов, Ньютон пришел к убеждению, что тяготение действует на расстоянии через пустое пространство. Он говорит далее о некотором духовном веществе, благодаря силе и действию которого частицы тел взаимно притягиваются. Ньютон считал, в конце концов, невозможным дать тяготению механическое объяснение. Как это показывает Котес, он считал тяготение последней причиной, которая не поддается, следовательно, механическому объяснению, так как иначе причина не была бы простейшей.

Открытие закона всемирного тяготения и применение этого открытия к задачам астрономии на основе совершенно новых математических методов составляет величайшую научную заслугу Ньютона. Но, наряду с этим, он сделал еще другие открытия, которых было бы достаточно, чтобы его имя стало бессмертным. Так, например, он доказал, что белый свет состоит из различных цветных лучей; что различные цветные лучи имеют различную преломляемость. Укажем, наконец, еще на его изобретение зеркального телескопа.

Не имея никаких других доходов, Ньютон должен был довольствоваться небольшим жалованьем профессора университета. В течение целого ряда лет его денежные дела были так плохи, что он вынужден был обратиться в Королевское Общество с просьбой освободить его от ежегодного членского взноса. Лишь с 1695 года для этого человека, имя которого переживет имена величайших политических и военных знаменитостей всего мира, началась свободная от материальных забот жизнь. Он получил должность инспектора, а затем директора Монетного Двора, что давало ему доход в 1200 фунтов стерлингов. Этим

он был обязан лорду Галифаксу. В 1703 году Королевское Ученое Общество избрало пользовавшегося всемирной известностью ученого в президенты, и до самой смерти он ежегодно был избираем таковым. Он был возведен королевой Анной в дворянство и состоял почетным членом главных ученых обществ Европы. Ньютон за последние два десятилетия своей жизни был, несомненно, величайшим из современных ему естествоиспытателей и математиков.

Ньютон был среднего роста и за последние годы сильно растолстел; голова его обыкновенно была покрыта серебристо-белым париком; глаза он имел тусклые. Его внешность, таким образом, ни в чем не обнаруживала великого гения. По своему характеру он был боязлив и недоверчив, но вместе с тем отличался детской кротостью. Он хорошо знал цену своим научным исследованиям, когда ему приходилось сталкиваться с притязательностью других людей. Но, в то же время, он говорил: «Я не знаю, что думает обо мне мир. Себе самому я кажусь мальчиком, который играет на морском берегу и то здесь, то там находит гладкий камешек или раковину, имеющую несколько необыкновенную форму, между тем, как великий океан истины остается совершенно скрытым от моих глаз». Постепенно его умственные силы ослабевали. 20-го марта 1727 года этот гений-гигант скончался. Его смертные останки покоятся в Вестминистерском аббатстве. На его памятнике мы читаем гордые, но вполне справедливые слова:

*Sibi gratulentur mortales, tale tantumque extitisse,
humani generis decus.*

Радуйтесь, смертные, что на земле существовало столь великое украшение рода человеческого!

VI.

Гюйгенс, Кампани, Кассини и Доллонд.

Старые астрономические трубы.—Открытия Гюйганса на Сатурне.—Кампани и Кассини.—Ахроматическая зрительная труба Иоганна Доллонда.

Благодаря бессмертным трудам Коперника, Кеплера и Ньютона найдены были законы движений, наблюдающихся в нашей планетной системе, и открыты силы, обуславливающие эти движения.

Наша земля оказалась лишь планетой, подобно Меркурию, Венере, Марсу, Юпитеру и Сатурну. Поэтому теперь прежде всего необходимо было более подробно изучить свойства этих других планет. Тем более, что зрительная труба давала возможность проникнуть в мировое пространство глубже, нежели это было доступно для невооруженного глаза.

Первые зрительные трубы, сделанные Липперсгеем, оказались, конечно, очень плохими. Даже галилеева труба была очень несовершенна. Она давала лишь квадратное увеличение в 32 раза ¹⁾. Кеплер, проверивший такой инструмент, нашел увеличение всего лишь в девять раз. Но даже при таком слабом увеличении звезды казались в эту трубу четырехугольными. Галилей никогда не занимался серьезным изучением оптических стекол. В противном случае, даже идя путем простого опыта, без всякого знания теории, он должен был бы изобрести простую астрономическую трубу.

Эта заслуга принадлежит Кеплеру, который в своем учении о преломлении света впервые дал также и теорию зрительной трубы. Галилеева труба имела спереди двояковыпуклое стекло, или объектив, а сзади помещалось меньшее двояковогнутое стекло, окуляр.

¹⁾ Линейное увеличение составляло: $\sqrt{32}$ или около $5\frac{1}{2}$.

Таковы именно форма и расположение стекол в нашем нынешнем театральном бинокле. Но Кеплер нашел, что можно достигнуть лучших результатов. С этой целью для окуляра он взял также двояковыпуклое стекло, наподобие зажигательного стекла с очень коротким фокусным расстоянием, а для объектива зажигательное стекло с очень длинным фокусным расстоянием. Таково наипростейшее устройство кеплеровой или астрономической трубы. Перед галилеевой трубой она имеет, прежде всего, то преимущество, что небесное пространство, которое можно наблюдать в нее в один прием, или, так называемое, поле зрения довольно велико. Астрономическая труба показывает все предметы в обратном виде. Но это не имеет значения при наблюдении небесных тел. Кроме того, очень легко при помощи других стекол, (напр., призм) придать наблюдаемым предметам их обычное положение.

Но, наряду с большими преимуществами, в описанной трубе имеется также большой недостаток: при сколько-нибудь значительном увеличении предметов они кажутся окруженными цветными краями и поэтому бывают неясны. Этот недостаток кроется в свойствах света. Он объясняется тем, что различные цветные лучи, на которые разлагается белый свет при прохождении через объектив, имеют различное фокусное расстояние. Чтобы ослабить несколько этот недостаток, пришлось брать для объективов стекла с очень большими фокусными расстояниями.

Гюйгенс имел трубу с объективом в 3 дюйма в поперечнике и с фокусным расстоянием почти в 30 футов. С окуляром, фокусное расстояние которого равнялось 3 дюймам, она давала увеличение в 100 раз, и рассеяние света при этом не особенно мешало. Если принять этот инструмент за норму, то труба с объективом в 6 дюймов в поперечнике должна уже иметь фокусное расстояние в 100 футов, и увеличение будет достигаться всего лишь в 200 раз. Чтобы построить

простую трубу, которая при увеличении в 400 раз дает такие же ясные изображения, как и инструмент Гюйгенса, поперечник ее объектива пришлось бы увеличить до 12 дюймов, а фокусное расстояние до 400 футов. Отсюда уже ясно, что при сколько-нибудь значительных требованиях мы очень быстро приближаемся с этими трубами к тому пределу, когда мы уже не в состоянии ими пользоваться. Ведь ясно, что инструменты длиной в несколько сот футов не могут применяться на практике. И, все же, двести лет тому назад астрономы добросовестно работали при помощи таких труб с громадными фокусными расстояниями и, несмотря на невероятные трудности, сделали важные открытия. В особенности трубы Гюйгенса пользовались всемирной известностью, хотя в Италии производились лучшие трубы. В физическом кабинете в Утрехте хранится много объективов, отшлифованных им и его братом. Один из них имеет в диаметре 27 миллиметров, т. е. несколько больше 2 дюймов, при фокусном расстоянии в 10 футов. Он имеет плоско-выпуклую форму, толщина его в середине равна $3\frac{1}{2}$ мм. Сделан он из зеленовато-синего стекла и имеет в себе несколько маленьких пузырьков воздуха. Гюйгенс вышлифовал его из куска зеркального стекла. С его помощью ему удалось вскоре после его изготовления, 25 марта 1655 года, открыть самую яркую луну Сатурна. На краю этой чечевицы Гюйгенс начертил при помощи алмаза мелким курсивом следующие слова: *Admovere oculis distantia sidera nostris* 3 Febr. 1655 («Приближать к глазам нашим отдаленные светила. 3-го февраля 1655 года»). Впоследствии Гюйгенс изготовил еще большие трубы, например, трубу с фокусным расстоянием в 34 фута.

Когда знаешь, что старые наблюдатели исследовали небо при помощи таких похожих на духовую трубу зрительных труб и делали столь важные открытия, то невольно приходишь в величайшее изумление!

Среди этих первых наблюдателей наибольшей известностью пользовался Гюйгенс. С помощью сделанной им самим трубы он нашел, что планета Сатурн имеет спутника. 25 марта 1655 года он впервые увидел этого спутника. За 6 слишком лет до этого, он выяснил также тайну формы Сатурна.

Когда Галилей направил свою трубу на небо, то он заметил также Сатурна. Это было во вторую половину 1610 года. Он был не мало удивлен, увидав у этой планеты такую форму, какой он не наблюдал ни у какой другой планеты. После долгих размышлений он решил, что нашел правильное объяснение для наблюдавшегося им явления. В ноябре 1610 года он писал Юлиану Медичи и Кеплеру, что Сатурн состоит из трех звезд, которые соприкасаются между собою. Однако, спустя два года, к изумлению Галилея, обе наружные звезды исчезли, ибо он видел теперь всего лишь одну совершенно круглую звезду. Удивительно, что это наблюдение сильно огорчило Галилея и побудило его совершенно отказаться от наблюдений над Сатурном.

Спустя тридцать лет данцигский городской голова, Гевель, приступил к наблюдениям над Сатурном и пришел к заключению, что он состоит из круглой звезды, которая с обеих сторон имеет две луны или дужки. Галилей продолжал свои наблюдения до 1655 года и нашел, что форма обеих дужек в течение, приблизительно, 15 лет сильно изменилась. Он различал 6 главных форм, которым дал варварские названия. Но причины этого изменения формы он не мог найти.

В это время Гюйгенс был также занят наблюдениями над Сатурном. Его математическому уму удалось разрешить загадку. Он пользовался при этом своей трубой, длиной в 23 фута, ее объектив имел в поперечнике $2\frac{1}{3}$ дюйма. Она давала увеличение в 100 раз. Благодаря тщательным и продолжительным наблюдениям, он нашел, что все явления на Сатурне находят

себе объяснение при следующем предположении: Сатурн окружен плоским, свободно висящим над его экватором кольцом, которое наклонено к площади эклиптики. Это объяснение Гюйгенс дал в своей книге *Systema Saturnium* (Система Сатурна), которая вышла в Гааге в 1659 году. Впрочем, еще за три года до этого он изложил свой взгляд относительно дужек Сатурна в небольшом сочинении, которое поведало миру об его открытии самого яркого спутника Сатурна. Он выразил это иносказательно в следующей анаграмме: ааааааа, ссссс, d, еееее, g, h, iiiiii, llll, mm, nnnnnnnnn, ooooo, pp, q, rr, s, ttttt, uuuuu. Из этих букв Гюйгенс впоследствии составил следующую латинскую фразу; *Annulo eingitur tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato*, т.-е. он (Сатурн) окружен тонким, плоским, свободно висящим, наклоненным к эклиптике кольцом.

Это, данное Гюйгенсом, толкование явлений на Сатурне вполне подтвердилось всеми последующими наблюдениями. Если кольцо несколько раскрыто, то в настоящее время уже через трубы с увеличением в 20 раз можно ясно увидеть, что здесь, действительно, имеется окружающее шар Сатурна, свободно висящее кольцо, а не дужки. Отсюда видно также, в какой сильной степени усовершенствованы в настоящее время зрительные трубы.

Наряду с Гюйгенсом, устройством больших труб прославились также *Борелли* и *Гартсекер*, а в особенности *Кампани*. Этот последний продавал свои стекла очень дорого и держал в тайне способы их изготовления. Поэтому никто не имел доступа в его мастерскую. Однако, стало, все же известно, что у него имелась машина для изготовления той стеклянной массы, из которой он шлифовал стекла, и что прекрасная полировка последних получалась благодаря тонкому венецианскому трепелу и тщательному ручному шлифованию. Впрочем, он продавал лишь лучшие стекла.

Именно Кампани изготовил те трубы, с помощью которых *Доминик Кассини* сделал свои великие открытия. Эти, изготовленные Кампани, объективы и теперь еще могут быть поставлены рядом с самыми совершенными объективами. Их фокусное расстояние бывало иногда так велико, что эти инструменты нельзя было даже снабдить трубами. Их обыкновенно укрепляли на вершине мачты или деревянного столба и придавали им то или иное направление с помощью веревок. Сам наблюдатель брал в руки окуляр и становился, таким образом, чтобы, глядя через объектив, можно было видеть наблюдаемый предмет. Такими зрительными трубами можно было пользоваться, конечно, только по ночам. Ими пользовались, главным образом, в Парижской обсерватории, где работал Доминик Кассини. В октябре 1671 года он открыл здесь вторую и 13 декабря 1672 года третью луну Сатурна. Кассини применял все более и более сильные стекла, и король Людовик охотно давал на это средства. Был приобретен также объектив Кампани с фокусным расстоянием в 100 футов. Его укрепили на высоких деревянных подмостках, похожих на башню. Это деревянное сооружение было доставлено в Париж из Марли. Только тот, кто сам наблюдает, может судить о чрезвычайно больших неудобствах, с какими сопряжено пользование таким инструментом. Но, несмотря на это, Кассини удалось, все же, открыть еще две луны Сатурна. Это было в марте 1684 года. Эти спутники обладают таким слабым светом, что и теперь еще требуется очень сильная труба, чтобы их увидеть. Поэтому, открытие это было большим триумфом. И вполне понятно, если в ознаменование этого астрономического события в Париже выбили медаль с надписью: «*Впервые открытые спутники Сатурна*». Кассини считается первоклассным астрономом не только благодаря открытию этих слабо светящихся точек: помимо того, он вычислил с большою точностью время их обращения вокруг Сатурна. На основании своих наблюдений

он, действительно, так точно вычислил это время, что внесенные до сих пор поправки не превышают несколько минут.

Это по-истине великие успехи. Они свидетельствуют о том, как быстро со времени изобретения зрительной трубы глаз человеческий проникал в глубь небесного пространства. Доминик Кассини нашел также, что кольцо Сатурна, которое было впервые открыто Гюйгенсом, разделяется темной линией на два концентрических пояса.

Благодаря трудам Кассини кеплерова труба дала наивысшие результаты, на какие она вообще была способна. Не подлежит также сомнению, что мы не достигли бы значительных успехов, если бы не удалось устранить цветных краев, окружавших изображение предметов в тогдашних зрительных трубах. Однако, после славной эпохи Кассини прошло еще более полувека, прежде чем удалось практически выполнить указанное усовершенствование зрительных труб. Великий математик Леонард Эйлер доказал теоретически в 1747 году, что можно изготовить, так называемый, ахроматический объектив, т. е. такой объектив, который не дает цветных краев. Он дал также формулы, по которым можно было вычислить кривизну его поверхностей.

Однако, эти теоретические работы не нашли себе никакого практического применения. Тот человек, которому впоследствии, действительно, удалось создать ахроматический объектив, совершенно не знал математики. Это был *Джон Доллонд*, сын бежавшего в Англию французского протестанта. Он занялся этим уже в 1752 году. Но на этот раз он не пришел к удовлетворительному результату, так как не обладал ровно никакой опытностью. Спустя несколько лет после этого шведский ученый *Клиингенштиерн* опубликовал ценную работу о преломлении и рассеянии света прозрачными телами. Доллонд познакомился с

этой работой. Лишь теперь добился он своего, да и то лишь после долгих и трудных опытов. Для получения объектива он брал два различных стекла, которые известны в Англии под именем кронгласа и флинтгласа. Первое содержит в себе кремнезем и калий, не очень сильно рассеивает свет и часто употребляется для изготовления оконных стекол. Свое название оно получило от формы кроны, которая временно придавалась массе стекла во время производства.

Флинтглас, напротив, сильнее рассеивает свет, так как содержит окись свинца. Доллонд изготовил переднюю двояковыпуклую чечевицу из кронгласа и позади нее поставил вогнутую чечевицу из флинтгласа. Путем опытов он определил наиболее подходящие кривизны для обоих этих стекол. Теперь он, действительно, получил почти бесцветные изображения предметов, рассматриваемых с помощью этого «ахроматического объектива». В то же время, он нашел, что всех цветов нельзя совершенно устранить. Но эта остающаяся окраска оказывается сравнительно слабой. Кроме того, ахроматический объектив имеет то очень ценное преимущество, что в нем фокусное расстояние значительно короче, чем в старых не ахроматических стеклах. В то время, как труба Гюйгенса с объективом в 3 дюйма в поперечнике имела в длину 30 футов, длина трех-дюймовой трубы Доллонда не превышала 5 футов при одинаковой отчетливости и еще большей яркости изображений. Поэтому, легко себе представить, как восторженно было встречено усовершенствование трубы Доллондом, и какие это возбудило надежды на дальнейшие успехи в этом направлении.

Между тем скоро выяснилось, что дальнейшее усовершенствование зрительной трубы на каждом шагу наталкивается на совершенно непредвиденные трудности. Флинтглас годится для объективов лишь

в том случае, если он совершенно однороден и чист. А такое стекло трудно получить, так как для этого требуются куски с поперечником больше 3 дюймов. Первоначально Доллонд случайно имел в своем распоряжении значительное количество хорошего флинтгласа. Но затем такого хорошего стекла нельзя уже было достать. Таким образом получился тот странный факт, что позднейшие ахроматические трубы, или рефракторы, как их обыкновенно называют, уступали по своим качествам первым образцам. Между тем и публика, и астрономы ожидали, что вместе с увеличением опытности в изготовлении зрительных труб улучшится также и их качество. Назначались большие премии за изобретение хорошего способа изготовления больших кусков оптически чистого флинтгласа. Но это ни к чему не привело.

При таком положении вещей астрономы стали пользоваться усовершенствованным Ньютоном зеркальным телескопом, когда хотели иметь возможно более сильные инструменты. В этих телескопах получается только отражение света, а не преломление и разложение на цвета. Поэтому, зеркальные телескопы дают всегда бесцветные изображения. А так как их вообще легче изготовлять, нежели ахроматические рефракторы, то они все более и более стали входить в употребление. Особенно известен был изготовлением зеркальных телескопов, или рефлекторов, Шорт в Англии. Его инструменты считались лучшими, и часто находили даже, что они стоят вне конкуренции.

Однако, это мнение было глубоко ошибочным. Это вскоре обнаружилось благодаря работам Фр. Уильяма Гершеля.

VII.

Уильям Гершель и Джон Гершель.

Фридрих-Уильям Гершель, великий астроном-наблюдатель.— Юношеские годы.—Учитель музыки в Бате.—Устройство астрономических телескопов.—Открытие планеты Уран.—Придворный астроном английского короля.—Исследования двойных звезд и туманностей.—Изучения строения вселенной.—Смерть Гершеля.— Наблюдение над южным небом.

Фридрих-Уильям Гершель является, бесспорно величайшим исследователем неба: никто ни до него, ни после него не открыл и не осветил научно такую массу новых явлений на небе. Куда бы ни направлял он свой могучий телескоп: на солнце ли, на планеты, или в небесную глубь неподвижных звезд,—повсюду находил он неведомые до того явления. Светом своего гения он рассеивал тот мрак, который скрывал от взоров людей самые отдаленные области вселенной. Гершель принадлежит к числу тех людей, которые всем обязаны исключительно самим себе. Его работы, отчасти, по крайней мере, известны всем. Но его личность, как и его жизнь в широких кругах мало кому знакомы.

Род Гершелей ведет свое происхождение из Моравии. В начале семнадцатого века трое братьев Гершелей покинули эту страну, вероятно, из-за религиозных побуждений, и купили себе землю в Саксонии. Среди них был прадед знаменитого астронома. Отец последнего, Исаак Гершель, был музыкантом и отправился в Берлин. В 1731 году мы встречаем его в Ганновере в качестве гобоиста одного из гвардейских полков. Здесь он женился в следующем году на Анне Ильзе Морицен. От этого брака родилось десять человек детей. Среди них был и сын Фридрих-Уильям (родившийся 15 ноября 1738 года), которому суждено было прославить имя Гершелей на весь

мир. Его сестра, Каролина Лукреция, была его верной помощницей в астрономических наблюдениях и сама открыла восемь комет. Она родилась 16 марта 1750 г.



Уильям Гершель.

Фридрих - Уильям Гершель уже в ранней молодости обнаружил большие способности. Он легко изучил французский язык и четырнадцати лет был уже прекрасным скрипачем и гобоистом. В 1755 году он отправился в качестве гобоиста одного из гвардейских полков с отцом и старшим братом в Англию. Там он пробыл больше года и привез оттуда единственное сделанное им здесь приобретение: это была книга Локка: «Опыт о человеческом рассудке».

Впрочем, Гершель скоро вновь отправился в Англию. Надежда навсегда вернуться в Ганновер все более ослабевала в нем. Со смертью отца семья очутилась в тяжелом положении. Его сестра, Каролина, все более и более стала склоняться к мысли поступить в гувернатки или же найти себе какой-либо другой заработок. К счастью, Уильяму удалось, благодаря

его таланту и прилежанию, создать себе обеспеченное положение в качестве учителя музыки в Бате. Он вызвал к себе сестру, «чтобы посмотреть, не может ли она стать под его руководством полезной певицей для его зимних концертов». Для молодой девушки, которая совершенно не знала света, это было не так-то просто. Но все сомнения исчезли, когда брат Уильям неожиданно приехал на 14 дней в Ганновер.

В середине августа 1772 года Каролина уехала с братом из Ганновера. 26 числа того же месяца оба они прибыли в Лондон. Место, которое Уильям Гершель занимал в качестве учителя музыки и органиста капеллы в Бате, давало ему большой доход. Но во всей этой своей деятельности он видел лишь простое средство для цели.

Свободные часы он посвящал исключительно астрономическим и оптическим занятиям. А многие дамы брали даже уроки астрономии у учителя музыки Гершеля. Около того времени, когда сестра его прибыла в Бат, он все больше и больше стал носиться с мыслью приобрести зрительную трубу, которая давала бы ему возможность наблюдать чудеса неба.

Вот что рассказывает об этом Каролина Гершель в своих записках: «Приближалось время, когда я могла надеяться на то, что смогу больше воспользоваться преподаванием и обществом своего брата, так как после Пасхи Бат пустеет. Оставались лишь немногие из его учеников, семьи которых жили поблизости от нас. Но я горько ошиблась в своих ожиданиях. Вследствие напряженной и утомительной жизни, какую брат вел в продолжении зимних месяцев, он обыкновенно рано уходил спать с чашкой молока или со стаканом воды и сочинением Смита «Гармония и оптика», «Астрономия» и т. д. Он засыпал, окруженный своими любимыми писателями. Первой его мыслью при пробуждении было, как бы ему самому приобрести инструменты, чтобы увидеть то,

о чем он читал. Он нашел в лавке грегорианский телескоп длиной в $2\frac{1}{2}$ фута и взял его на прокат. Он пользовался им для наблюдений над небом и, в то же время, изучал его устройство...

Вскоре я заметила, что мой брат не удовлетворяется уже теми наблюдениями, какие сделали другие. Он стал подумывать об устройстве телескопа в 18—20 футов (вероятно, согласно описанию Гюйгенса). Мои занятия по музыке сильно страдали от этого, так как я должна была помогать ему при выполнении различных опытов. Я должна была сделать из папки трубу, в которую помещались стекла, получаемые из Лондона, так как в Бате тогда еще не было оптика. Но когда все было уже готово, мой брат мог только бросить беглый взгляд на Юпитера или Сатурна: благодаря большой длине инструмента его нельзя было держать в прямом направлении. Однако, это затруднение было устранено, когда труба из папки была заменена оловянной трубой... Мой брат спрашивался о цене зеркала, повидимому, имея в виду изготовить телескоп в пять или шесть футов длиной. Получился ответ, что такой величины зеркала нет, но что изготовить такое зеркало можно. Однако, назначенная цена значительно превышала ту, какую он мог предложить... Вскоре он откупил у квакера, жившего в Бате и раньше пытавшегося шлифовать зеркала, всю его мастерскую: формы, верстаки, точильные камни, полированные камни, а также неоконченные зеркала. Но все эти последние предназначались лишь для грегорианских телескопов. Среди них не было ни одного, поперечник которого превышал бы два или три дюйма. Однако, за отсутствием свободного времени, брат не мог сделать ни одного серьезного опыта, пока в начале июня некоторые из его учеников не покинули Бата.

Теперь, к великому моему огорчению, все наши комнаты превратились в мастерские. Столяр, делавший трубу, занял красиво убранную приемную.

Александр, младший брат Уильяма, поставил в спальне большой токарный станок (который он привез осенью из Бристоля, где обыкновенно проводил лето). На нем он выгачивал формы, шлифовал стекла, изготовлял окуляры и т. д.

Но и летом брат не оставлял совершенно музыки... Часто он устраивал дома репетиции, на которые приходили мисс Фаринелли, итальянская певица, и все лучшие силы, приглашенные им на зимние концерты... Он слагал хоровые, застольные и другие песни для имевшихся в его хоре голосов. Иногда, в отсутствие Фишера, он разыгрывал концерт на гобое или играл на клавикордах сонату. А соло моего брата Александра на виолончели были восхитительны! С большим удовольствием Уильям участвовал в хоре, который исполнял церковную музыку в капелле. Он написал для него много прекрасных песен и псалмов. Как только я достаточно хорошо научилась английскому произношению, я должна была присутствовать на репетициях, а по воскресеньям на утренней и вечерней службе. Сначала мне это не особенно нравилось. Но вскоре я нашла и то и другое полезным и приятным.

В то же время, мы пользовались каждой свободной минутой, чтобы вернуться к работе, которая мало-по-малу подвигалась вперед. Уильям не хотел даже тратить времени на переодевание, и часто кружевные манжеты оказывались у него изорванными или испачканными в смолу или вар. Я не говорю уже о той опасности, какой он подвергался вследствие своей необычайной торопливости. Однажды вечером в субботу случилось большое несчастье. Оба брата возвращались домой с концерта между одиннадцатым и двенадцатым часом ночи. Старший брат всю дорогу радовался тому, что следующий день он свободен и может всецело посвятить свое время станку—за исключением немногих часов, которые он должен провести в капелле. При этом они вспомнили, что нужно

наточить инструменты. Они отправились с фонарем к точильному камню хозяина, стоявшему на открытом дворе. Они не хотели показываться здесь в воскресенье утром... Но вскоре Александр привел Уильяма почти в бессознательном состоянии. Он оказывается, содрал себе ноготь с пальца... Все эти приготовления происходили зимой 1775 года, в доме, в котором мы поселились с лета 1774 года. За домом находился луг, где имелись приспособления для помещения двадцатифутового телескопа. Для этого телескопа было изготовлено зеркало в двадцать футов. Кроме того, в работе находились семи—и десятифутовые зеркала. В том доме было много места для мастерских, а на крыше имелась площадка, которую можно было превратить в обсерваторию».

Из этого рассказа мы видим, как серьезно готовился музыкант Гершель к исследованию неба. Но помимо этих внешних средств, необходимых для наблюдения, он обладал неистощимой энергией, его любовь к наблюдениям была безгранична, он страстно стремился исследовать все небо, насколько ему позволяли это его средства. Его особенно интересовало звездное небо, этот неизмеримый океан, уходящий в бесконечную даль за пределы нашего планетного мира. До Гершеля никто еще не исследовал его с такой неуклонной настойчивостью; никто до него не пользовался еще такими большими телескопами.

Гершель задумал исследовать систематически по возможности все видимое на нашем северном полушарии небо. Он приступил к этой важной работе в 1774 году, пользуясь при этом сделанным им самим зеркальным телескопом с фокусным расстоянием в семь футов. При этом он имел в виду, прежде всего, так называемые, двойные звезды. Это—неподвижные звезды, настолько близко стоящие друг к другу, что в слабые инструменты они кажутся одной звездой. Лишь при сильном увеличении здесь можно различить две отдельные светлые точки. Этим наблюдениям Гер-

шель посвятил пять лет. Никто ничего не знал об этой его работе. В 1779 году он поселился в довольно большом доме, на Новой Королевской улице, 19. Он неутомимо продолжал здесь свою работу.

13 марта 1781 года он направил свой телескоп на ту область неба, которая лежит между рогами Тельца и ногами Близнецов. Он имел в виду определить здесь положение некоторых двойных звезд. Между 10 и 11 часами вечера он неожиданно заметил здесь звезду, которая имела форму маленького кружка. Благодаря счастливой случайности, телескоп был направлен именно на эту звезду. Гершель в ту же минуту понял, что перед ним была не неподвижная звезда. Через два дня он, действительно, нашел, что звезда несколько отодвинулась от своего прежнего места. Тогда он решил, что это была комета, хотя здесь не было ни хвоста, ни туманной оболочки. Он сообщил о своем открытии королевскому астроному Маскелейну в Гринвиче. Новую звезду затем наблюдали и в другом месте. Вскоре, однако нашли, что это не комета, а планета, которая отстоит от солнца на расстоянии, в 19 раз превышающем расстояние земли от солнца. Она совершает свой оборот вокруг солнца, приблизительно, в 84 года. Такого открытия никогда еще не бывало. Никогда, даже в теории, до сих пор не предполагали, что по ту сторону Сатурна может находиться еще планета.

Весть об этом поразительном открытии постепенно распространилась по Европе. Но кто был этот счастливец, сделавший такое открытие,—этого точно не знали. Боде, знаменитый в то время берлинский астроном, в своем сообщении о сделанном открытии не решился даже указать имя, а говорит в примечании: «В Gazette Lifféraire от июня 1781 года этот талантливый человек называется Мерстель; в Journa Encyclopedique—Гершель; в письме Маскелейна к Мессье—Гертель; в другом письме его к Майеру, в Маннгейме—Гершель; г. Даркье называет его Гермстель.

Как же зовут его в действительности? По происхождению он, должно быть, немец». Во Франции остановились на имени Горошель. Правда, прошло немного лет, и настоящее имя Гершель стало известно всему миру. Больше всего радовался английский король Георг, когда узнал, что Гершель из Ганновера. Он пригласил его к себе с инструментами, и весь двор стал, таким образом, заниматься наблюдениями над небом.

Король предложил Гершелю оставить свое прежнее занятие и стать королевским придворным астрономом. Последнему полагалось 200 ливров жалованья. Хотя предложение короля не показалось особенно соблазнительным Гершелю, но он принял его. Сэр Уильям Массон, единственный человек, которому он сообщил об этой сумме, воскликнул: «Никогда еще ни один король не покупал дешевле такой чести!» Новую планету Гершель не совсем удачно назвал в честь короля звездой Георга. Это название давно уже заменено более подходящим названием «Уран». Молва охотно говорит о щедрой королевской поддержке, которая якобы выпала на долю Гершеля, и которая существенно помогала ему в его исследованиях. Правда, Гершель оставил крупное состояние. Но он обязан был этим продаже своих телескопов. За испанский 40-футовый телескоп по распоряжению короля ему выдано было 2 раза по 2000 ливров. Да и то это было сделано по ходатайству сэра Джона Бэнкса. В день св. Михаила в 1782 году Гершель получил жалованье за четверть года, т. е. 50 ливров. В это же время король затратил 30000 ливров на картину для алтаря в капелле св. Георгия, которую рисовал Джеррис! Король благоволил к Гершелю. Но он был окружен людьми, которые относились к нему иначе. Эти господа ни перед чем не останавливались: Гершелю предлагали даже деньги,—лишь бы он вернулся назад в Ганновер. А тут еще бесконечные, утомительные посещения, которые отнимали у него самое

лучшее для наблюдения время. Иногда у него появлялся весь двор, чтобы посмотреть у придворного астронома на небо. Во время одного из таких посещений, 17 августа 1787 года, труба для гигантского 40-футового телескопа лежала в горизонтальном положении на полу. Георгу III захотелось в шутку пройти через нее. Архиепископ кентерберийский, который следовал за ним, остановился было. Тогда король обернулся и протянул ему руку с словами: «Идемте, милорд, я укажу Вам дорогу на небо!».

11 января 1787 года Гершель увидел во вновь построенный им телескоп с фокусным расстоянием в 20 футов по близости от Урана две звездочки, отличавшиеся чрезвычайно слабым светом. В следующие дни он убедился, что они сопровождают эту планету в ее пути. Тогда уже для него стало ясно, что это спутники Урана. Открытие этих спутников вновь привлекло целые толпы ночных посетителей в Слоу (где поселился Гершель). Никто из посетителей, в действительности не видал, конечно, спутников, так как для этого требуется опытный глаз.

Впрочем, даже астрономы не могли тогда проверить открытие Гершеля. Ибо только этот последний владел таким телескопом, в который можно было заметить этих спутников. Даже после того, как он рассмотрел уже с помощью своего 40-футового телескопа этих спутников, он говорил: «Первого из этих спутников можно увидеть только при наибольшем его расстоянии от диска Урана, а ближайшего спутника мы, вероятно, никогда не откроем». Гершель продолжал приобретать все более и более сильные телескопы, он неустанно делал новые наблюдения. Вполне понятно, поэтому, что взор его все шире и шире охватывал небесные пространства.

Сначала он занялся двойными звездами и открыл большое число их. Но скоро он направил свое внимание на *туманные пятна*. Эти нежные газо-

образные образования, появляющиеся в телескопах среди неподвижных звезд, подобно этим последним, не изменяют своего положения на небе. До Гершеля лишь случайно было найдено несколько таких туманностей. В этом отношении больше других сделал французский астроном Мессье. В 1783 и 1784 годах он опубликовал перечень более, чем ста туманностей. Большую часть их он открыл сам при помощи телескопа Доллонда длиной в $3\frac{1}{2}$ фута. Увидав этот перечень, Гершель решил проверить эти туманности при помощи своего 20-футового зеркального телескопа. К своему изумлению, он нашел, что большинство этих туманностей суть звездные кучи. Или, говоря специальным астрономическим языком: он разложил большую часть туманностей. Относительно других туманностей Гершель выяснил, что в свою слабую трубу Мессье наблюдал лишь наиболее яркие их части. Наконец, Гершель с первых же шагов нашел, что этот перечень дает лишь незначительную часть всех вообще существующих на небе туманностей. Значительно же большая их часть еще не открыта, и их положение на небесном своде еще не определено. Уже в своей первой работе о туманных пятнах, появившейся в 1784 году, он говорит: «Я нашел уже 466 туманных пятен и звездных куч, которых, насколько мне известно, никто еще не наблюдал до меня. В большинстве случаев их не видно в лучшие телескопы, которые имеются в распоряжении астрономов. Вероятно, существует еще много других туманностей, и я надеюсь отыскать их и опубликовать перечень в несколько сот туманностей».

Пытливый ум Гершеля не удовольствовался, однако, открытием этих туманных пятен и составлением их перечня: он хотел проникнуть в тайны строения вселенной. Он и приступил теперь к исследованию той нежно светящейся, охватывающей все небо мерцающей полосы, которую мы называем *Млечным Путем*. Он нашел, что Млечный Путь представляет собой

целый пласт бесчисленных неподвижных звезд. «Этот неизмеримый звездный слой», говорит он, «не везде обладает одинаковой шириною и яркостью, он не тянется в одном направлении, а извивается и на значительном расстоянии разделяется даже на два потока. Во всех туманностях и звездных кучах мы находим величайшее разнообразие. В одном скоплении туманностей я видел двойные и тройные туманности, отличавшиеся большим разнообразием. Тут были большие и малые туманности, и последние являются, вероятно, спутниками первых. Встречаются также то узкие, длинные полосы, то светлые, блестящие пятна. Некоторые из них подобны веерам или светлым точкам, из которых исходит электрический луч. Другие имеют вид комет или подобны звездам, окруженным туманной оболочкой».

Гершель пытался также разрешить вопрос о том положении, какое наша солнечная система занимает в этой бесконечной массе туманных пятен и звездных куч. Он считал очень вероятным, что наше солнце находится в этом Млечном Пути, хотя и не в его центре. Можно применить, говорит он, «несколько способов для определения того места, какое солнце занимает в этом звездном пласте. Я упомяну лишь об одном из них. Это наиболее простой и наиболее подходящий способ, и я пользовался уже им. Я называю его изучением, описанием неба (Gaging the Heavens) или счетом звезд (Star-Gage). Он заключается в следующем. Я определяю число звезд в поле зрения моего телескопа. Повторяю этот прием десять раз, при чем каждый раз беру новое смежное поле зрения. Сложив их сумму и разделив ее на десять, я получаю среднее число звезд для данной части неба. Таким образом, я изучаю данный участок неба. Потом беру точку, провожу из нее линии, которые по своей длине соответствуют полученным числам. Каждая из этих линий идет от нашей точки к той части неба, для которой получено это число. Пло-

скость, проведенная через концы этих линий, будет представлять границу пласта, а взятая нами точка определяет положение нашего солнца». Уже в следующем (1785) году Гершель, опираясь на дальнейшие наблюдения, развил дальше свои взгляды на туманные пятна и строение мира. Все туманные пятна он стал считать звездными кучами. Но они так неизмеримо далеко отстоят от нас, что даже в сильнейшие телескопы нельзя различить отдельных звезд. Он находил тогда, что звездная система, к которой принадлежит наше солнце, ясно отделена от других. В 1789 году он опубликовал дальнейшие результаты своих исследований. Вместе с тем, он наметил те законы, по которым происходило образование звездных куч. Он полагал, что оно совершалось под влиянием силы тяготения, и благодаря этой последней должна была получиться, в конце концов, шарообразная форма. Отсюда он вывел, далее, что те звездные кучи, которые, при прочих равных условиях, больше всего соответствуют этой форме, дольше других подвергались действию указанных причин.

Предположим, например, что 5000 звезд некогда представляли собой рассеянную, беспорядочную массу. В таком случае та из двух звездных куч, которая дольше подвергалась действию образующей силы, окажется также и наиболее сгущенной и ближе будет стоять к шарообразной форме. А отсюда получается вывод: по положению отдельных составных частей звездной кучи можно судить об ее возрасте, о степени ее развития. Но отсюда нельзя еще заключить, что каждая шарообразная звездная куча имеет одинаковый возраст. Ведь та из них, которая состоит всего лишь из 1000 звезд, несомненно, гораздо раньше достигнет своей окончательной формы, нежели другая, заключающая в себе миллион звезд.

Молодость и старость — относительные понятия. В то время, как могучий дуб может считаться еще очень молодым, кустарник такого же возраста стоит уже

у конца своего существования. Мой способ наблюдения неба, так кончает Гершель свою работу, бросает на него, повидимому, новый свет. Небо похоже на роскошный сад, на отдельных грядках которого мы находим богатое разнообразие растений. Это сравнение очень полезно для нас: своим опытом мы как бы охватываем, таким образом, неизмеримые периоды времени. Продолжим это сравнение, заимствованное из мира растений. Вот перед нами растение, которое мы хотели бы изучить. Нам понадобилось бы много времени, если бы мы вздумали изучать его постепенно, по мере того, как оно стало бы проростать, покрываться листьями, цвести, приносить плоды, увядать, засыхать и истлевать. Иное, конечно, дело, когда мы можем одновременно наблюдать массу экземпляров этого растения на каждой из ступеней его развития. Это по-истине грандиозная мысль! Жизнь человека так коротка, что его можно сравнить с поденкой: утром она порхает, а к вечеру ее уже нет. И вдруг человек, это недолговечное создание, опираясь на свои наблюдения и на выводы своего разума, дерзает делать заключение об образовании и относительном возрасте звезд! То, что для нашего опыта представляется вечным и неизменным, перед светом разума превращается в смену рождения и смерти!

Между тем, Гершель продолжал неутомимо работать. С помощью своих больших телескопов он каждую ясную ночь делал наблюдения над звездным покровом и открывал здесь все новые и новые чудеса. 13 августа 1790 года он наблюдал чрезвычайно странное явление: бледную звезду, которая была окружена большой, совершенно круглой, нежно светящейся атмосферой. «Звезда», рассказывает Гершель, «находилась в самом центре, а атмосфера вокруг нее была так тонка и нежна, что решительно нельзя было допустить, что она состоит из звезд. В то же время, не могло быть сомнения относительно существовавшей в ту минуту связи между звездой и ее атмосферой». «Мы

имеем здесь, следовательно, продолжает Гершель в своем докладе, «звезду, окруженную светящимся веществом, свойств которого мы не знаем.

Какое широкое поле для новых воззрений открывается здесь перед нами! Эти туманные звезды должны служить нам ключом для разгадки других таинственных явлений». Гершель нашел, далее, благодаря своим наблюдениям, что туманная, слабо светящаяся материя не всегда бывает связана с светлой центральной звездой. Другими словами: что существуют нежно светящиеся туманности без звезды, и они, все же, обладают теми же свойствами, как и атмосферы туманных звезд. Таким образом, он пришел к мысли о светящемся мировом веществе, от сгущения которого в течение бесконечного ряда тысячелетий или миллионов лет возникают звезды. Этому открытию Гершель с полным правом придавал большое значение. Он заявляет, что совершенно отказывается от своего прежнего взгляда, что все туманные пятна суть лишь отдаленные звездные кучи. Согласно его позднему, более правильному взгляду, в глубине небесных пространств туманное пятно может состоять исключительно из звезд. Но мы не можем их видеть в отдельности даже при помощи лучших наших телескопов. Туманное пятно может также быть действительным, самосветящимся мировым туманом; наконец, звезда и туман могут существовать вместе.

Но это различие не легко провести. Вопрос этот не разрешается также и увеличением силы наших телескопов. Ведь непрестанно открываются новые туманности, которые, быть может, будут разложены лишь с помощью еще более сильных телескопов. Здесь, следовательно, во времена Гершеля, был поставлен предел для дальнейшего исследования. В настоящее время дело обстоит иначе: спектральный анализ дает нам средство сразу же различить, представляет ли данная туманность лишь очень отдаленную звездную

кучу или же мы имеем перед собой настоящую гуманность.

К вопросу о сущности Млечного Пути Гершель постоянно возвращается во всех своих работах о строении неба. Он до самой своей смерти продолжал работать над этими вопросами. В 1817 году он пришел к тому выводу, что не только наше солнце, но и все звезды, видимые ночью простым глазом, составляют часть Млечного Пути. Первоначально Гершель высказывал разные предположения относительно размеров Млечного Пути. Но впоследствии, ближе ознакомившись с предметом, он убедился, что с помощью наших инструментов нельзя указать границ Млечного Пути. Млечный Путь есть высшая форма бытия, какую мы в состоянии видеть своим телесным взором, но мы бессильны выразить его в числе и мере.

Таким образом, величайший астроном-наблюдатель, в конце концов, снова пришел к той же самой мысли, из которой он исходил в начале своей работы: мы ничего не знаем о бесконечных пространствах звездного неба! Лишь современная теория относительности помогла нам здесь в дальнейшем. Преисполненные удивления, мы признаем, что работы Гершеля необычайно содействовали уяснению наших представлений о звездном мире.

В глубокой старости скончался великий исследователь. Это было 25 августа 1822 года. Он погребен в церкви в Уптоне. На воздвигнутом здесь памятнике начертана следующая, составленная его сыном, Джоном, надпись:

«Уильям Гершель, кавалер ордена Гвельфов; родился в Ганновере, избрал отечеством Англию. По всей справедливости он был причислен к величайшим астрономам своего времени. Помимо менее значительных открытий, он впервые открыл за орбитой Сатурна неведомую планету. С помощью новых инструментов, им самим изобретенных и сделанных, он сорвал с

небес завесу, он проник и исследовал отдаленные пространства, и взорам и уму астрономов открыл неведомые до того светила. Неустанно, с поразительным искусством исследовал он природу небесных тел и тех загадочных предметов, что светят далеко за пределами нашей системы. Смелость рискованных догадок умерялась в нем врожденным преклонением перед истиной. О том свидетельствуют все его современники. Потомство признает некогда истинность его учения, когда грядущие гении создадут для астрономии лучшие средства исследования.



Превосходные инструменты Фр. Уильяма Гершеля перешли теперь к его сыну, *Джону*, который унаследовал также и его таланты. Он родился 7 марта 1792 года в Слоу около Виндзора. Посвященный в искусство наблюдения самим отцом, он, несомненно, достиг бы громкой славы, даже если бы не обладал большими способностями. Получив образование в кембриджском университете, Джон Гершель рано стал уже обнаруживать выдающийся математический талант. Еще при жизни отца он был избран в секретари вновь основанного Астрономического Общества. Это доставило, конечно, отцу большую радость. Вместе с Соутом Джон Гершель приступил к новым наблюдениям над открытыми его отцом двойными звездами и туманными пятнами. В то же время, он приобрел известность своими работами в области физики и химии. До сих пор большая часть исследований звездного неба касалась, естественно, северного неба. Ведь на южном полушарии не было ни обсерватории, ни наблюдателей, которые могли бы сравниться с Гершелем.

Поэтому, Джон Гершель задумал отправиться с своим 20-футовым зеркальным телескопом на мыс *Доброй Надежды*, чтобы исследовать здесь южное

небо. В сопровождении всей своей семьи он отправился в середине ноября 1833 года в Капштадт. Путешествие прошло благополучно. 16 января 1834 года Гершель высадился на берег в заливе Тафельбэй. Выгрузка инструментов, доставленных на пятнадцати больших судах, была выполнена очень удачно. В конце февраля можно уже было приступить к наблюдениям в Фельдгаузене возле Капштадта. Обилие новых предметов для наблюдений, двойных звезд и замечательных туманных пятен превзошло всякие ожидания. Гершель пробыл в Южной Африке целых четыре года. В мае 1838 года он снова вернулся с семьей в Англию.

По самому характеру настоящей книги мы не можем касаться здесь работ Джона Гершеля так же подробно, как мы описали работы его отца. Они состояли, главным образом, в определении широт и долгот на земной поверхности, в измерении различных углов и расстояний. Но, в общем, результаты эти вполне совпадают со взглядами Уильяма Гершеля на строение неба и на заполняющие мировое пространство небесные тела. Джон Гершель пользовался при этом лишь 20-футовым зеркальным телескопом. Гигантский 40-футовый телескоп давно уже, целые десятилетия, лежал без всякого употребления. Все усилия Уильяма Гершеля вновь отшлифовать потускневшее зеркало оказались тщетными. И вот, в конце 1839 года, этот исполинский телескоп, по приказанию Джона Гершеля, был помещен в горизонтальном положении на трех низких каменных столбах. 1-го января 1840 года внутри трубы было устроено своего рода празднество: вся семья Гершелей собралась здесь и пропела реквием, сочиненный Джоном Гершелем. После чего труба была закрыта. Этот реквием прекрасно выражает отношение Джона Гершеля к исследованиям отца. В то же время здесь упоминается о той помощи, какую оказывала великому исследователю неба его сестра Каролина.

Вот этот реквием:

„В тесном кругу сидим мы здесь, в этой старой трубе,
И тени прошлого витают над нами.
Уходит старый год и новый шлет нам свой привет,
И звучно и стройно поем мы ей реквием.

Пятьдесят лет боролась она с порывами ветров,
Но своей гордой главы не согнула перед ними.
И вот лежит она, поверженная, где некогда вздымалась
высоко,
Направив к небу испытующий свой взор.

Чудеса, недоступные взору смертного,
Отражались здесь, в этом зеркале,
Не понять, не исчислить их уму человека,
И ведомы они лишь Создавшему их.

Здесь в холодные ночи бодрствовал наш отец,
Здесь улыбался ему луч предвечного света,
И любящая сестра преданно и нежно помогала ему,
И вместе уносились они взорами в звездные поля.

Затем он бережно опустил трубу на землю,
И звезды в своих лучах покоят ее былую силу.
Вот здесь лежит она, могучая,
Став жертвой всесокрушающего времени.

Оно из'ест ее, источит,
Ея железо и медь станут ржавчиной и прахом.
Ряд веков над нею с шумом пронесется,
Но слава ее все еще будет носиться над ее обломками.

Зеркало большого телескопа висит в настоящее время в зале «дома Гершеля» в Слоу. Нынешний владелец этого дома тщательно бережет как оставшиеся вещи, так и весь характер дома.

Джон Гершель за свои великие заслуги был пожалован королевой званием баронета. Подобно своему отцу, он посвятил себя исключительно науке. Он уклонялся от всякой политической деятельности и

отказался даже от чести заседать в парламенте в качестве председателя Кембриджского университета. Он умер в мае 1871 года. За его гробом шли представители науки из всех стран Европы. Останки его покоятся в Вестминстерском аббатстве рядом с останками Ньютона.

Благодаря трудам обоих Гершелей, перед нашими взорами, действительно, раскрылись глубины мирового пространства. Мы знаем теперь, в особенности благодаря открытию движения двойных звезд, что закон тяготения, господствующий в нашей солнечной системе, действует также и в глубине небесных пространств, где солнца движутся вокруг солнц. Подумайте только, как должен был расшириться благодаря этому наш кругозор! Еще в 1778 году, когда старший Гершель уже приступил к своим исследованиям неба, мысль о движении одних неподвижных звезд вокруг других неподвижных звезд считалась нелепостью. Даже такой человек, как математик Фусс в Петрограде говорил тогда: «Если спутники неподвижных звезд сами суть светящиеся солнца, то чего ради движутся они вокруг другого солнца? Не будет ли тогда их движение бесцельным, их лучи бесполезными?» Такие возражения казались убедительными всего сто лет тому назад. Отсюда видно, как бесконечно далеко расширился умственный кругозор человечества благодаря работам Гершеля! В этом смысле успехи исследования чрезвычайно важны в том отношении, что мы научились ныне отказываться от всякого телеоскопического обоснования космических явлений.

VIII.

Фраунгофер.

Ахроматический рефрактор.—Иосиф Фраунгофер.—Оптический институт в Мюнхене.—Успехи в производстве стекол.—Большой дерптский рефрактор.—Кенигсбергский гелиометр.—Смерть Фраунгофера.—Усовершенствования Мерца и Малера.—Гигантские телескопы настоящего времени.—Фотографические телескопы.

Работы старшего Гершеля не могли быть даже проверены большинством астрономов, так как в их распоряжении не было телескопов, равных по силе исполненным телескопам в Слоу. Но благодаря этим работам, во многих местах приступили к исследованию неба с помощью сильных телескопов. И, действительно, к концу восемнадцатого века мы во многих местах встречаем уже зеркальные телескопы. Часть их вышла даже из рук самого Гершеля. Богатые люди, как, например, главный судья Шрётер в Лилиентале и ландмаршал фон-Ган из Ремплина приобрели большие рефлекторы. Однако, именно благодаря их величине, пользование ими было сопряжено со многими неудобствами. Мы имеем здесь в виду не какие-либо личные неудобства: ибо эти последние для астронома дело привычное. Но тут обнаружилось такие неудобства, которые были связаны с самими инструментами и служили помехой для наблюдений. Даже Гершель часто жаловался, что редко удается сделать наблюдение так, как хотелось бы. Объясняется это отчасти тем, что инструменты не обладают и не могут обладать необходимой точностью движений. Отчасти же тем, что большая, свободно висящая труба приводится в движение каждым дуновением ветра. При таких условиях всякое точное наблюдение становится, конечно, невозможным. Поэтому астрономы скоро нашли, что ахроматические рефракторы заслуживали бы предпочте-

ние, особенно для измерений. Но для этого им необходимо было придать большие размеры и большую силу и точность. Мы упоминали уже выше, что все такого рода попытки ни к чему не приводили. Стекла, изготовленные сыном и наследником Доллонда, были даже хуже его первых образцов. Положение было печальное. Но тут появился человек, который проложил в этом отношении совершенно новые пути. Это был *Йосиф Фраунгофер*, родившийся 6 марта 1787 года в Штраубинге.

В настоящее время, почти триста лет спустя после устройства первого телескопа, мы, вероятно, дошли уже до предела, вообще возможного для этого инструмента. Но именно Фраунгофер положил начало величайшим успехам в этой области. Все, что было сделано здесь после него, есть лишь дальнейшее развитие того, что он изобрел, что он сам выполнил, и чему учил. Поэтому, его имя никогда не забудется, и даже в самые далекие от нас времена будут помнить того человека, который, как красиво и справедливо гласит надгробная надпись, приблизил к нам звезды.

Он был десятым по счету ребенком бедного стекольщика. Слабый от рождения, молодой Фраунгофер, казалось, предназначался судьбой носить пастьшескую сумку и сторожить вместе с овчаркой стада. Ему исполнилось уже одиннадцать лет, а он не был даже знаком с начатками чтения и письма. С куском сухого хлеба в сумке он пас гусей на пастбище в окрестностях Штраубинга. Его хотели было затем обучать токарному ремеслу, но он оказался слишком слабым для этого занятия. В 1799 г. он поступил в обучение к шлифовальщику стекол и зеркал Вейксельбергеру, жившему в Мюнхене. Этот последний был человеком бедным, а к тому же грубым и невежественным. Он не позволял даже своему ученику посещать воскресную школу, считая чтение и письмо совершенно излишним искусством.

21 июля 1801 года неожиданно обрушился жалкий домишко хозяина. Жену мастера вытащили мертвой из-под развалин, а ученик Фраунгофер, пробывший четыре часа под обломками, остался совершенно невредим. Это чудесное спасение возбудило всеобщее внимание. Тогдашний курфюрст Максимилиан Иосиф призвал к себе молодого человека, подарил ему восемнадцать дукатов и обещал и впредь о нем заботиться. Часть этих денег Фраунгофер отдал хозяину за разрешение посещать воскресную школу. Затем он приобрел машину для резьбы по стеклу. Он пользовался ей также и для резьбы на камне, хотя до тех пор это искусство было ему совершенно незнакомо. По желанию курфюрста, Утцшнейдер, знаменитый баварский механик, принял участие в молодом Фраунгофере. Он подарил ему несколько книг, и Фраунгофер совершенно самостоятельно усвоил из них некоторые математические знания. Все это делалось вопреки желанию хозяина, который терпеть не мог книг в своем доме. Фраунгофер бережно хранил остаток от курфюрстского подарка. Он воспользовался им для того, чтобы до срока откупиться от хозяина. Он не мог найти себе работы в качестве оптика и шлифовальщика стекол и вынужден был заниматься гравированием визитных карточек. Этим он зарабатывал лишь самые необходимые средства существования. В это время слава о стеклах Доллонда облетела весь мир. Во всех измерительных инструментах, как у астрономов, так и у инженеров, применялись только эти английские стекла.

В то же время Рейхенбах и Утцшнейдер устроили механическую мастерскую в Мюнхене, на которой производились астролябии. Инструменты эти отличались такой точностью делений, какая до тех пор считалась невозможной. Эти большие инструменты снабжались зрительными трубами, стекла для которых выписывались из Англии. Но вскоре Наполеон запретил ввоз английских товаров. Англия была

единственной страной, откуда можно было получать такие астрономические стекла. Ибо на материке никто не умел приготовить доллондовского рефрактора. Возникшие благодаря этому затруднения были велики. Об этом можно судить по следующему факту. Когда в Париже получились первые «доллонды», то оптики тайком заказали такую зрительную трубу. Они разобрали затем чечевицы и в точности измерили их кривизны, вообще все, что только можно было там измерить. Они надеялись открыть, таким образом, секрет. Но надежды эти оказались тщетными. И вот, несмотря на все усилия и старания парижских ученых и оптиков, первоначальный инструмент не сумели даже собрать настолько, чтобы он давал хорошие изображения. Пришлось тайком же отослать его обратно в Лондон, где только и могли его вновь собрать.

Целый ряд причин препятствовал устройству хороших ахроматических телескопов: прежде всего, трудно получить совершенно однородное и совершенно чистое стекло. Далее, трудно было на основании теории вычислить кривизны чечевиц; и, наконец, не меньшие трудности представляла шлифовка и полировка стекол. Доллонду посчастливилось найти случайно большое количество очень хорошего флинт-стекла на одном старом стекольном заводе. Когда весь этот запас был использован, он очутился в затруднительном положении. Поэтому его позднейшие телескопы были хуже первых.

Что же касается математической теории, то она совсем была в загоне. Петр Доллонд совершенно откровенно признался знаменитому Бернулли, что он руководится одной только практикой. А старший Литтров нашел однажды у знаменитого оптика в Вене одну единственную книгу по оптике. Да и ту, он приобрел у одного знакомого швейцарца в обмен на курительную трубку. Она служила ему для проверки биноклей на буквах. А все дело шлифовки

и полировки чечевиц зависело исключительно от простой случайности. Доллонд, обладавший наибольшим опытом, придумал только следующий прием: он шлифовал возможно большее число чечевиц и соединял только те из них, которые при пробе давали наилучшие изображения¹⁾. К тому же во время полировки стекол правильная кривизна в большинстве случаев снова исчезала, и труд, затраченный на шлифовку, пропадал даром. По этим причинам тогда не было возможности приготовить большое ахроматическое стекло. Четыре дюйма в поперечнике при фокусном расстоянии в 10 футов,—вот все, чего в то время можно было достигнуть. Но помимо того, трубы эти обладали очень слабой силой и не выдерживали никакого сравнения с зеркальными телескопами Гершеля.

Фраунгофер почти шутя достиг того, что казалось немислимым, и при том в короткое время. Когда Утцшнейдер не мог уже получить английских стекол, то профессор Шиг напомнил ему в 1806 году о молодом Фраунгофере. Рейхенбах переговорил с ним и воскликнул: «Вот человек, которого мы ищем; он даст нам то, в чем мы нуждаемся!» В 1807 г. Фраунгофер поступил в оптический институт и работал сначала под руководством оптика Ниггля. Но вскоре он стал во главе оптического отделения. Теперь быстро последовали одно за другим важнейшие улучшения в применявшихся до этого способах работы. Сначала Фраунгофер изобрел новую шлифовальную машину, а вслед за тем полировальную машину. Благодаря этому можно было значительно легче и вернее получать правильную форму стекол. Далее были изобретены новые и очень точные способы исследования строения флинтгласа. Тут вы-

¹⁾ Этот эмпирический прием долго еще является характерным для английской оптики.

яснилось также, что все имевшиеся тогда стекла, не исключая английских, далеко не были однородными. Поэтому Фраунгофер сам приступил к изготовлению флинтгласа.

Сначала казалось вообще невозможным приготовить стеклянную массу совершенно одинаковой плотности. Вполне пригодные стекла всегда получались как бы случайно, и условия их получения оставались совершенно непонятными. Но гению Фраунгофера удалось, наконец, преодолеть все затруднения: кусок стекла, весом в 200 килограммов, обладал одинаковым показателем преломления света как в верхних, так и в самых нижних своих слоях. Этот успех превзошел все то, что вообще считалось возможным. В 1812 году Фраунгофер мог уже перейти к устройству телескопов с объективом, имевшим в поперечнике 7 дюймов.

Но тут было еще одно препятствие, мешавшее достижению больших результатов: не умели еще вполне точно определять способность различных сортов стекла разлагать белый луч на цветные лучи. Фраунгофер устранил и это препятствие. Он открыл названные по его имени темные линии солнечного спектра. Они играют в настоящее время очень большую роль в спектральном анализе. Наконец, он точнее вычислил направление световых лучей при прохождении через чечевицы. Таким образом, все необходимое для изготовления больших зрительных труб имелось уже в его руках.

Инструменты, изготовленные в Мюнхене, действительно, превзошли все ожидания. «Доллонды» все более и более выходили из употребления. Скоро одно название «Фраунгофер» служило уже ручательством, что инструмент, действительно, очень хорош. Этого обстоятельства, действительно, нельзя было игнорировать. Но гениальный человек не почил на лаврах. Он смело приступил к изготовлению рефракторов, которые должны были превзойти по своим удобствам

исполинские телескопы Гершеля. Так в 1818 году он приступил к изготовлению большого девятидюймового рефрактора. Он был отправлен в 1824 году в Дерпт и приобрел всемирную известность благодаря наблюдениям Струве над двойными звездами. Уже первые наблюдения показали, что по ясности изображений инструмент этот стоит несравненно выше всех телескопов Гершеля. К тому же им было удобно пользоваться. Для более тонких измерений тут имелся микрометр, чем достигалась изумительная точность. Спустя некоторое время Фраунгофер изготовил для новой обсерватории в Кенигсберге другой большой инструмент, получивший название гелиометр. «Только Фраунгофер мог изготовить такой инструмент»,— говорит Бессель в своем описании инструмента. Долгое время кенигсбергский гелиометр оставался самым точным астрономическим измерительным прибором. Даже в настоящее время он принадлежит к числу лучших инструментов этого рода.

Среди этих работ Фраунгофер находил еще время заниматься самыми тонкими исследованиями по теоретической физике. Так, он изучал преломление света, определил длину волн главных цветных лучей и исследовал образование ложных солнц и кругов, наблюдающихся вокруг солнца. Материальные дела Фраунгофера сложились теперь прекрасно. Уже в 1807 году он стал компаньоном Рейхенбаха и Утцшнейдера, и оптический институт с 1814 года стал уже известен под фирмой «Утцшнейдер и Фраунгофер». В 1824 г. баварский король возвел его в личное дворянство. Первые ученые общества культурных государств поспешили избрать этого гениального человека в свои члены.

Сам он оставался скромным и неутомимым работником. В своих письмах он рисуется перед нами в образе милого, благородного человека, которому не суждено было, однако, отдаваться смеху. Несмотря на свое слабое здоровье (он страдал туберкулезом

легких), он лично руководил плавкой стекла. Ему помогал в работе Георг Мерц. Это был сын ткача из Вихеля, которому суждено было продолжать успешно дело, начатое Фраунгофером. Но слабое здоровье Фраунгофера не могло выдержать такой продолжительной напряженной работы. 7 июня 1826 года он скончался, имея всего 39 лет от роду. За несколько дней до этого умер его гениальный друг Рейхенбах. Их похоронили рядом.

Фраунгофер проложил новые пути в одной из самых трудных и самых важных областей знания. Он принадлежит к тем, отмеченным перстом Божиим, умам, которые открывают новые пути. А их последователи идут уже по их стопам. Правда, первое время изготовление больших объективов требовало огромных трудов, и успех отнюдь не всегда казался обеспеченным. В 1825 году Утцшнейдер получил заказ от Мюнхенской обсерватории: за 30.000 гульденов он должен был изготовить в течение трех лет рефрактор с объективом в 12 дюймов в поперечнике. Когда Фраунгофер узнал об этом, он был уже болен и лежал в постели. Он находил неосторожным браться за изготовление объектива с 12-дюймовым поперечником, так как все его последние плавки стекла оказывались неудачными. К тому же по смерти Фраунгофера никто не знал тайны его способа плавки стекла. А баварское правительство, которому, он оставил в запечатанном конверте описание этого способа, отказалось сообщить его Утцшнейдеру. Так истек трехлетний срок, а телескоп не был готов. Рассказывают, что Утцшнейдер затратил будто бы около 30.000 гульденов на неудачные опыты. Срок был продлен еще на два года. Но и этот срок истек, а инструмент все еще не был готов. Через год объектив был, наконец, готов. По поручению баварского правительства Лямон проверил его и нашел, что он имеет в диаметре не 12 дюймов, а всего лишь $10\frac{1}{2}$. Но он давал блестящие

результаты. Лямон рекомендовал правительству принять инструмент, так как получение больших объектов зависит де, очевидно, от случая.

Однако, ученики Фраунгофера, его друг Мерц и механик Малер, не замедлили усовершенствовать его способ. Уже в 1839 году они отправили в обсерваторию в Пулкове близ Петербурга рефрактор, объект которого имел в поперечнике 14 дюймов, а фокусное расстояние равнялось 21 футу. Этот инструмент долгое время был венцом всех существовавших в Европе оптических инструментов. Лишь постепенно во Франции и Англии научились изготовлять оптически удовлетворительные чечевицы еще больших размеров. А до этого преемники Фраунгофера, дом Мерц в Мюнхене, обладали монополией в деле изготовления больших рефракторов. Затем, в особенности, английские и американские оптики стали производить опыты в этой области. В конце концов, им удалось достигнуть в этом отношении неожиданных успехов.

Лучшим оптиком следует считать Альвана Кларка. Он родился 8 марта 1804 года в Ашфильде, в Массачусетсе. До 17 лет он был поденщиком и, в то же время, занимался различными механическими работами. Будучи формовщиком в Ловеле, он имел много свободного времени. Он воспользовался этим досугом, чтобы научиться живописи. Спустя 8 лет он поселился в Бостоне в качестве живописца. Говорят, что впервые его натолкнул на мысль заняться изготовлением телескопов его сын Джордж. Однажды этот последний принялся за шлифовку зеркала для телескопа. Отец помогал ему в этом деле. Им удалось, наконец, изготовить инструмент 5 дюймов в поперечнике. В него можно было наблюдать луны Юпитера и кольцо Сатурна. Так было положено начало,—говорит Ньюкомб,—всемирно известной впоследствии фирме «Альван Кларк и сыновья». Начало

было чрезвычайно скромное. Но гений этих людей ожидал лишь подходящего случая, чтобы развернуться во всю свою мощь. Через несколько лет они открыли в Кембридже мастерскую оптических инструментов. Они сразу же перешли от производства рефлекторов к производству рефракторов. В этом отношении они с первых же шагов достигли крупных успехов.

В то время в астрономическом мире распространен был мерцевский рефрактор, и «кларки», вероятно, не скоро получили бы широкое распространение. Но случайно один англичанин, по имени Даус, который был астрономом-любителем, но считался, в то же время, одним из лучших наблюдателей, получил кларковский рефрактор. Даус доказал, что этот последний обладает очень высокими качествами. Затем оптическая мастерская была переведена в Кембриджпорт. Отсюда вышли самые большие и самые совершенные рефракторы, какие только до сих пор видел мир. Альван Кларк, отец, умер в 1887 году. Он работал почти до самой смерти. Астроном Копелэнд наблюдал, однажды, как этот 80-летний старик с юношеской живостью так легко и уверенно наставлял большой телескоп на маленькую звезду возле зенита, как это едва ли удалось бы сделать молодому астроному. Кларк всегда сам проверял свои объективы. С этой целью он обыкновенно наблюдал небо. Во время таких наблюдений он открыл много двойных звезд, которые чрезвычайно трудно было рассмотреть. До последнего времени в мастерской работали вместе с ним оба его сына. Из них старший руководил шлифовкой стекол, а младший механическим отделением. Впрочем, оптическая мастерская Кларков была обставлена очень просто, и шлифовка чечевиц производилась без помощи машин, ручным способом.

Справедливо говорит астроном Копелэнд, осмагивавший кларковскую мастерскую: нужно удивляться

тому, как с такими, повидимому, ничтожными средствами достигли таких грандиозных результатов. Между тем, успех Кларка гораздо больше зависел от тщательности работы, нежели от применения точных приборов. Большие объективы должны обладать по возможности большой силой и полным отсутствием окраски. Но для этого необходимо вычислить теоретически кривизну поверхностей, какую нужно придать обоим стеклам, образующим объектив. Некоторые думают, что в этом именно и заключается самая суть дела. Но это неверно. До сих пор чисто теоретическим путем ни разу еще, вероятно, не удалось получить большого совершенного объектива. Практически вопрос решался путем целого ряда опытов и проб. Так поступали и с большими объективами Кларка. Чечевицам придавали сперва, приблизительно, теоретически правильную форму. Затем кривизна их поверхностей постепенно видоизменялась. Таким образом, путем проверки на опыте получали, наконец, объективы наибольшей силы.

Своей известностью за границей старший Кларк обязан был громадному 18-дюймовому рефрактору в Чикаго. Блестящие качества этого рефрактора побудили северо-американское правительство заказать ему еще больший инструмент для национальной обсерватории в Вашингтоне. Кларк изготсвил рефрактор, объектив которого имел в поперечнике 26 дюймов. Его превосходные качества тотчас же были доказаны открытием двух спутников Марса, о существовании которых до тех пор не имели никакого представления.

По мере того, как увеличивается оптическая сила телескопов, понижается, конечно, самая возможность использовать всю эту силу. Ведь наблюдатель всегда находится в зависимости от атмосферы: наблюдающиеся здесь течения и туманы сильно мешают астрономическим наблюдениям. Только тот, кто сам наблюдал с помощью телескопа и занимался этим в течение продолжительного времени с определенными целями,

может судить о том, как неблагоприятно влияет атмосфера, особенно в нашем климате, на астрономические наблюдения. Даже в спокойные, повидимому, и ясные ночи воздух иногда сказывается совершенно непригодным для наблюдения. Бывает так, что звезды кажутся распыляемыми, а не выделяются резко, или они мерцают, или, наконец, менее яркие предметы совсем не видны, потому что верхние слои нашей атмосферы подернуты легкой, незаметной для простого глаза дымкой. Нередко бывает и так, что атмосфера спокойна и ясна лишь короткое время, а затем безо всякой видимой причины поднимается ветер, появляется туман, и наблюдателю приходится бросать работу. Но в другое время судьба вознаграждает его зато спокойной, ясной атмосферой, и он может применять тогда самые сильные инструменты. В такое время бывают видны такие предметы, которых в другое время он не заметил бы в свой телескоп. Чем сильнее употребляемый телескоп, тем больше астроном зависит от таких изменчивых влияний. Но эти неудобства уменьшаются, если наблюдатель может расположиться на большой высоте. В этом случае более плотные и сильнее насыщенные парами слои нашей атмосферы лежат под его ногами. Поэтому, новые исполинские телескопы стараются поместить в таких местах, где воздух не влияет сильно на наблюдения.

В этом отношении первое место занимает обсерватория Лика на вершине горы Гамильтон в Калифорнии. Она возникла довольно странным образом. Один разбогатевший торговец кожами, по имени Джэмс Лик, решил воздвигнуть себе и своей жене грандиозный надгробный памятник в виде пирамиды, дабы память о нем дошла до самых отдаленных поколений. Случайно он встретился с одним разумным и понимающим человеком, который объяснил ему, что цель эта может быть достигнута гораздо вернее, и он заслужит гораздо большую похвалу, если по-

строит обсерваторию и снабдит ее самым большим рефрактором, какой только может быть изготовлен, а под его сводами он может выбрать себе место вечного успокоения. Эта мысль понравилась Ликку, и он затратил на сооружение обсерватории 700.000 долларов. Как на самое подходящее место для этого, после внимательного изучения многих местностей, профессор Хольден, работавший в то время на обсерватории в Вашингтоне, указал в 1874 году на гору Гамильтон в Калифорнии. Эта гора находится приблизительно на 80 английских миль южнее Сан-Франциско, на расстоянии 13 миль по прямой линии от железнодорожной станции Сан-Хозе. В настоящее время широкая дорога ведет отсюда к горе. Она окружает ее спиралью и приводит к вершине, находящейся на высоте 4250 английских футов над уровнем Тихого океана. Вид с вершины со всех сторон открытый, так как на 100 английских миль кругом нет более высокой точки. При закате солнца видна бывает на далеком расстоянии, в различных точках горизонта, белая поверхность Тихого океана. Когда же солнце восходит, то на расстоянии 130 миль (240 километров) ясно и отчетливо выступает на восточном небосклоне громадная цепь Сиерры-Невады. На этой высоте воздух удивительно прозрачен и благоприятен для астрономических наблюдений. Вообще обсерватория расположена в совершенно уединенном месте. «Здесь», — говорит проф. Шварцшильд, посетивший Ликовскую обсерваторию, — «подходящее место для английских, суровых натур, которые в большей мере являются инженерами, нежели учеными. В полном согласии с этим двое из здешних астрономов имеют собственные автомобили и сами управляют ими. Дорога требует умелого шофера, а иногда и хорошего механика. Единственное, чем наслаждаются астрономы Ликовской обсерватории, — это красота Калифорнийского неба. Но это наслаждение означает, вместе с тем, непрерывный труд,

непрестанное наблюдение; и если Ликовская обсерватория, при важных новых открытиях, почти всегда дает первые наблюдения, то это обусловливается не только благоприятным климатом, но, прежде всего, и энергией, с какою здесь стараются использовать благоприятные условия».

Во всяком случае, от перемещения гигантского рефрактора на горе Гамильтон можно было ожидать необыкновенных результатов. «С таким инструментом», воскликнул Бернгэм, «и при таком воздухе можно сделать удивительные открытия! Нельзя даже представить себе, какие открытия могут быть сделаны здесь при помощи первоклассного рефрактора, объектив которого имеет в поперечнике 30 дюймов или еще больше!» Теперь такой рефрактор стоит уже там в течение целого ряда лет. Главный инструмент этой обсерватории имеет объектив с диаметром в 3 английских фута, его фокусное расстояние равно $56\frac{1}{3}$ английским футам. 3 января 1888 года этот величественный инструмент был впервые направлен на небо, и с тех пор он оказал астрономии громадные услуги. Он показал на небе нечто совершенно неожиданное. Чтобы дать представление о гигантских размерах этого рефрактора и приспособлений к нему, укажу лишь на то, что один его объектив с оправой весит 638 фунтов. Чугунная колонна, поддерживающая трубу, вместе с подставкой, в которой находятся оси вращения, весит 440 центнеров. Когда труба стоит в вертикальном положении, то объектив находится от земли на расстоянии 65 футов. Когда она лежит в горизонтальном положении, то окуляр находится на высоте 37 футов. Но чтобы наблюдатель мог при всяком положении громадного телескопа быстро добраться до окуляра, вся платформа вокруг рефрактора, смотря по надобности, поднимается или опускается вместе с наблюдателем. Затраты на рефрактор и купол, под которым он стоит, тогда достигали 654.000 марок.

Джэмс Лик, щедрый основатель всей обсерватории, не дожидаясь, к сожалению, до того момента, когда исполнилось его страстное желание дать ученому миру самый большой телескоп. Память о нем исчезла бы, как и о многих других миллионерах, живших до него. Но теперь слава о нем будет жить вечно, а его бренные останки покоятся под фундаментом большого рефрактора, созерцающего звездное небо.

Пример Джэмса Лика нашел скоро подражателей. Бишофсгейм затратил несколько миллионов на сооружение роскошной обсерватории в Ницце. Здесь имеется рефрактор, объектив которого имеет в поперечнике 30 английских дюймов. Затем Чарльз Иеркес, король горедских железных дорог в Чикаго, дал средства на приобретение телескопа, который должен был превосходить даже телескоп ликовской обсерватории. Он поставил одно только условие: рефрактор должен иметь наивозможно большие размеры, каких бы расходов это ни стоило. Самые большие слитки стекла, какие могли быть получены в недалеком будущем, могли дать объектив с поперечником в 40 английских дюймов. Поэтому, Кларку было поручено сделать это.

Барнард в апреле 1893 года посетил мастерскую Кларка и видел здесь одну из двух чечевиц уже в совершенно готовом виде. «Она лежала», так рассказывает он, «на скамье, из предосторожности прикрытая лишь обыкновенным грубым холстом, перед окном, которое находилось на одинаковой высоте с землей. Если бы ребенок бросил с улицы камень в окно, он разбил бы вдребезги дорогую чечевицу. Я высказал Кларку это опасение. На Кларка это не произвело, однако, никакого впечатления: он спокойно ответил, что чечевица застрахована в 60.000 долларов». Известного рода кажущаяся беззаботность всегда, повидимому, связана с делом, хотя бы это последнее и состояло в производстве гигантских объективов.

Рефрактор Иеркеса был поставлен в 1893 году в новой обсерватории на Женевском озере, в штате Висконсин, на расстоянии 75 английских миль от Чикаго. Он имеет такие же приспособления, как и ликовский рефрактор, только все это в еще больших размерах. Объектив с оправой весит 10 центнеров, весь инструмент вместе с приспособлениями весит больше 1500 центнеров. При отвесном положении трубы объектив находится от земли на высоте 72 футов. Испытания громадного стекла показали, что оно представляет не только самый большой, но и самый совершенный из существующих в настоящее время объективов. Но в больших объективах чечевицы, как оказывается, часто изгибаются. Если удастся устранить влияние этого обстоятельства, то в будущем возможно будет изготовить объективы с поперечником в 60 и даже 70 дюймов. Таков в настоящее время предел для стекол, дающих хорошие изображения. Кларк, мнение которого особенно ценно в таких вопросах, полагал, что потеря света в 60-дюймовых чечевицах не может иметь большого значения.

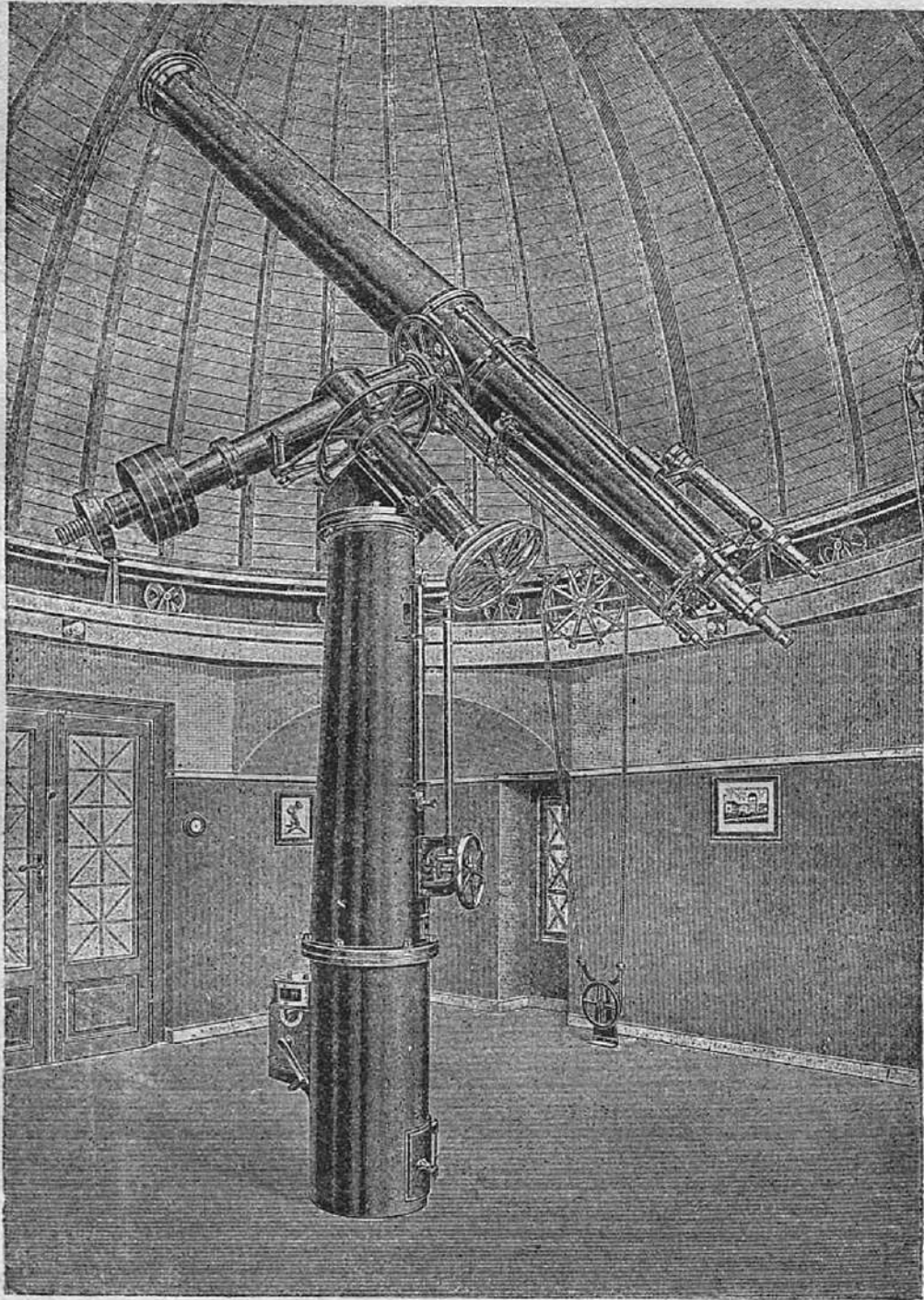
В настоящее время возможно изготовить и снабдить приспособлениями рефрактор, объектив которого имел бы в поперечнике 70 дюймов, с трубой в 100 футов длины. Но тут обнаруживается новая, неустранимая трудность: влияние атмосферы. Профессор Барнард, один из наилучших знатоков величайших современных телескопов, говорит по этому поводу: «Сама атмосфера, столь необходимая для нашего существования, окажется величайшим врагом исполинских инструментов будущего. Это можно отметить уже и по отношению к современным инструментам. Идеальным условием для наблюдения с большим телескопом было бы совершенное отсутствие атмосферы. Но такого места нет на земле, и если бы оно нашлось, то нужно было бы отыскать для этого таких наблюдателей, которые могли бы там поселиться. Поэтому, нам приходится брать нашу атмосферу такой,

какова она есть, и постараться достигнуть при этом условии наибольших результатов. Облачное небо отнюдь не есть наибольшее зло для наблюдателя, хотя мы имели бы полное право жаловаться на постоянные облака. Величайшие трудности создаются чрезмерной прозрачностью воздуха. Прекрасная зимняя ночь с яркими, сверкающими звездами есть наихудшее зло для наблюдателя: в этом случае изображения ни на минуту не остаются спокойными. Мы находимся тогда как бы на дне покрывающего всю землю океана, и сквозь всю эту массу воздуха мы должны рассматривать звезды. В то же время мы должны считать себя счастливыми, если воздух во время нашего наблюдения хотя бы на один миг остается в спокойном состоянии. Иногда он, действительно, бывает довольно спокоен. Но в большинстве случаев он находится в непрестанном движении. Иногда движения эти бывают настолько сильны, что в большом телескопе получаются совершенно неясные изображения небесных тел.

Однако, временами воздух находится в покое. Если в это время исследовать неподвижную звезду в сильный телескоп, то она бывает видна во всем своем дивном блеске. В такую ночь без труда можно различить все, что вообще в состоянии показать телескоп. Мельчайшие подробности на поверхности планеты, самые малые неподвижные звезды и едва заметные спутники видны бывают с такой отчетливостью, которая позволяет делать самые точные наблюдения. Если бы всегда было такое состояние воздуха, то работа наблюдателя была бы чрезвычайно приятна и плодотворна. К сожалению, такое состояние воздуха бывает редко и тем реже, чем больше телескоп наблюдателя. Если случайно изображения в большом телескопе оказываются хорошими, то они остаются такими недолго, в лучшем случае, всего лишь несколько часов. Затем они утрачивают уже свою отчетливость, так что мелкие подробности становятся

неясными, и слабо светящиеся спутники совершенно исчезают.

Наблюдатель, в распоряжении которого имеются инструменты различной величины, очень хорошо мо-



Астрономическая труба в башне с вращающимся куполом.

жет использовать различное состояние атмосферы. В одни ночи он пользуется 6-дюймовым телескопом (на горе Гамильтон), так как 12-дюймовый давал бы лишь посредственные изображения, а 36-дюймо-

вый телескоп оказался бы совершенно бесполезным. В самых слабых инструментах изображения оказываются тогда лишь менее отчетливыми. В инструментах с вдвое большим отверстием, т. е. в четыре раза сильнейших, изображения уже гораздо менее отчетливы. Наконец, в самом сильном телескопе, который давал бы в шесть раз большее увеличение уже совсем не получают изображения. В иные ночи в 12-дюймовый телескоп можно очень ясно различать определенные подробности. А в 36-дюймовом телескопе они оказываются, напротив, чрезвычайно слабыми и неясными. Но при благоприятных условиях 36-дюймовый телескоп, конечно, значительно лучше 12-дюймового. Что же касается 40-дюймового, то он оказывается еще более чувствительным к движению воздуха, нежели 36-дюймовый. Если предположить, что можно было бы изготовить еще больший инструмент, то влияние движения воздуха соответственно возросло бы. В этом случае наблюдателю пришлось бы долго, пожалуй, целый год, следить за небом, пока выдался бы такой вечер, когда он мог бы наблюдать. Чаще всего мы имели бы дрожащие изображения. Поэтому, действительные результаты, возможные при таком телескопе, значительно уступали бы результатам, получаемым при 40-дюймовом телескопе. Но если случайно выпадет светлый вечер, каких только чудес не откроешь тогда с помощью такого объектива! По мере того, как возрастает сила наших телескопов, уменьшается число тех часов, когда можно применять их с пользой. Если допустить, что гениальность оптиков и механиков безгранична, то мы, в конце концов, дошли бы до устройства таких сильных телескопов, что ими никогда нельзя было бы пользоваться. Заметим здесь кстати, что по этой причине для любителя выгодны лишь инструменты в 3, максимум в 6 дюймов.

Вскоре появился *фотографический* телескоп, который по своим результатам не уступает телескопу, слу-

жащему для непосредственного наблюдения. Во многих отношениях он даже превосходит его. При изучении неподвижных звезд фотографические снимки привели к таким результатам, о каких раньше и мечтать нельзя было. Действительно, если наши чрезвычайно чувствительные пластинки предоставить действию света достаточно долгое время, то даже при инструментах посредственной силы на них запечатлеваются такие звезды, которых нельзя рассмотреть непосредственно даже в ликовский и иеркский рефракотры. Самыми сильными фотографическими телескопами являются, зеркальные телескопы, так как они больше всего пригодны для этого благодаря своему ахроматизму. Самым крупным инструментом этого рода является рефлектор обсерватории на горе Уильсон, зеркало которого имеет в поперечнике 60 дюймов. Он был изготовлен по собственным методам Дж. Р. Ритчи (Rittcheу). 13 декабря 1908 г. он был впервые испробован при помощи наблюдений глазом, а 19 дек. того же года также и при помощи фотографических снимков. Он оказался в высшей степени совершенным, образцовым инструментом, равного которому нельзя было найти. Все приспособления в этом мощном инструменте сделаны превосходно. В особенности необходимо отметить, что движение инструмента с такою точностью соответствует суточному движению неба, что на фотографической пластинке, выставленной на несколько часов, получаются совершенно круглые изображения звезд. Благодаря особому приспособлению, большое зеркало телескопа в течение всего дня сохраняет температуру наступающей ночи. Последнюю очень трудно в точности предсказать, ибо с предсказаниями погоды в Северной Америке дело обстоит не лучше, нежели в Европе, несмотря на то, что государство здесь, как и в Европе, бесполезно затрачивает на это большие суммы. Купол, под которым стоит рефлектор, сделан из стали и приводится в движение двигателями. Особые ширмы,

имеющие 11 м. в длину и 5 м. в ширину, защищают телескоп от сотрясений, вызываемых ветром. Что касается фотографических изображений туманных пятен и звездных куч, то результаты, полученные в этом отношении с помощью этого исполинского телескопа, превзошли все ожидания. Поэтому, институт Карнеги в Вашингтоне заказал еще больших размеров телескоп, стодюймовый рефлексор. Чудеса, «никогда не предносившиеся взору человека», удерживаются этими инструментами на фотографической пластинке, и исследователь, во всяком месте и во всякое время, может изучать их. Теперь наука, действительно, достигла такой степени развития, что наблюдатель, оставаясь в своей комнате, в состоянии открыть отдаленнейшие звезды на небе. Лучи, испускаемые этими звездами, в течение сотен тысяч, быть может, миллионов лет терялись в неизмеримой глубине пространства, никому неведомые. Но вот, в одну прекрасную ночь на земле, часть их упала на чувствительную к свету пластинку, находящуюся в фокусе фотографического телескопа, и здесь оставила следы своего существования. Эти следы человек воспринимает своими внешними чувствами, он постигает их своим умом. Так, наука открывает целый мир звезд, излучающих энергию, свет и теплоту. Тут открывается перед нами мир неведомых нам целей. Одно только мы знаем, что цели эти не могут быть земными. Но этого мало. Фотографический телескоп не только открывает перед нашим взором мир бесконечно далеких от нас солнц в виде небольших светлых точек. В соединении с спектроскопом, он помимо наших усилий запечатлевает на пластинках то, что совершается на поверхности этих солнц, какая материя там светит, в каком направлении она движется. В некоторых случаях мы узнали даже таким образом о столкновении звезд с другими звездами или с такими массами, которые в виде пыли рассеяны в мировом

пространстве. Только с помощью фотографии стало возможным начертать историю неба с его неподвижными звездами.

IX.

Бессель.

Фридрих Вильгельм Бессель, идеал современного астронома.— Ученик в торговом доме в Бремене.— Встреча с Ольберсом.— Первые его шаги у Шрётера в Лилиентале.— Директор обсерватории в Кенигсберге.— Параллакс звезды № 61 в созвездии Лебедя.— Астрономия невидимого.

Мы знаем уже, как благодаря Копернику и Ньютону нам стали понятны движения планет. Мы знаем, далее, как изобретение и усовершенствование зрительной трубы расширило кругозор человека во вселенной. Мы познакомились также с теми людьми, которые, как Гершель и Фраунгофер, довели телескоп до его высокого совершенства. Мы должны обратиться теперь к человеку, который по справедливости считается идеалом современного астронома. И, действительно, как наблюдатель, он стоит недосягаемо. В то же время, он был одним из глубочайших знатоков теоретической и вычислительной астрономии. Его способы наблюдения и вычисления еще и в настоящее время являются образцовыми. Можно даже сказать, что он наложил печать своего гения на науку о звездах 19 века.

Этот человек—Фридрих Вильгельм Бессель.

Подобно многим другим исследователям неба, он был настоящим самоучкой. Но это был прирожденный математик и астроном. Его отец, секретарь правления, Карл Фридрих Бессель, мог дать детям лишь хорошее воспитание, так как был человеком необеспеченным. Мать нашего астронома, дочь священника в Реме, была, как сообщают, женщиной энергичной. Она мужественно встречала все заботы и невзгоды

жизни. Добрую долю своей энергии и мужества она передала своему второму сыну, Фридриху Вильгельму. Он родился 22 июля 1784 г. в Миндене. К гимназическим наукам он не питал особой склонности и едва дотянул до третьего класса. Он особенно не любил латыни. Зато он считался хорошим математи-



Бессель.

ком. Поэтому остановились на мысли сделать его купцом. Благодаря содействию одного знакомого, 15-летний Бессель поступил учеником в торговый дом «Куленкамп и сыновья» в Бремене. Ему предстояло пробыть здесь семь лет, с 1 января 1799 до 31 декабря 1805 г. Получая от хозяина содержание и квартиру, он должен был выполнять за это конторские обязанности и заниматься в складе. Его рабочий день длился с 8 часов утра до 8 часов вечера.

Отец сам привез его в Бремен. Тут перед глазами мальчика, знакомого с тесным кругом интересов мелкого чиновника, открылся целый новый мир. «В

родительском доме, — пишет он сам, — я знал лишь узкий круг интересов, рассчитанных на благосостояние или, скорее, на скудное содержание семьи. А теперь перед моими глазами развернулись, напротив, крупные торговые дела, с которыми я постепенно знакомился благодаря копированию писем. Грандиозный характер всех этих предметов так живо заинтересовал меня, что даже в часы после обязательных занятий я продолжал оставаться в конторе и перелистывал торговые книги, с целью получить ясное представление обо всем предприятии».

В апреле 1801 г. он пишет своему старшему брату Карлу: «Ты все еще такой же великий астроном, как и прежде? Что же касается меня, то я почти совсем позабыл теперь имена многих неподвижных звезд, которые мы так хорошо знали раньше, в 1797 г. Теперь, в 1801 г., я смогу отыскать лишь очень немногие созвездия. Но я достиг, все же, некоторых успехов в побочной области астрономии, которая относится к математической географии. Но так как у меня нет ни одного умного человека, с кем я мог бы побеседовать обо всем этом, то и чтение моей английской книги мало помогает мне. Знаешь ли ты алгебру? Я многое дал бы, если бы понимал что-либо в этом. Наверное, это превосходная наука. Ничто так не порадовало бы меня, как если бы я хотя немного изучил ее. Впрочем, у нас, в Бремене, нет недостатка в ученых людях. Ты, кажется, думаешь, что науки у нас здесь словно совершенно вымерли. У нас есть здесь один человек, которым мы по справедливости можем гордиться. Доктор Вильгельм Ольберс, как известно, великий астроном, которому ученый мир обязан очень крупным трудом о системе комет. Знаменитый главный судья Иероним Шрётер — его ближайший друг, и этот последний ничего не предпринимает, не посоветовавшись с ним». Итак, в середине 1801 г. Бессель совсем еще не знал алгебры, а в середине 1804 г. он вычислил уже, как мы знаем,

путь кометы Галлея. Работа эта требовала уже в то время различных математических познаний. Не следует забывать также, что конторский ученик Куленкампа получал от него содержание и квартиру не на предмет занятий наукой. И заниматься, поэтому, Бессель мог только по ночам. Да и то тайком, чтобы не вызвать насмешек со стороны своих товарищей. Кроме того, Бессель не принадлежал к типу педантических умов и не обладал никакими задатками кабинетного ученого. Он был, скорее, выдающимся практиком, который, вероятно, и в роли купца создал бы нечто выдающееся.

Его брат Карл, в своей наивности, считал скромного берлинского астронома Боде выше Ольберса и Штрёттера вместе взятых и гордился своими гимназическими знаниями. Бессель писал ему в то время: «Я встречаю хорошее отношение со стороны своих хозяев и живу в хороших условиях. Чего же мне еще желать? Как раз теперь все Куленкампы уехали в Пирмонт, и ведение всех дел лежит на мне и на одном из моих товарищей. Мы оба уполномочены поступать так, как мы сочтем полезным для дела. Это довольно необычное явление для ученика. Отсюда ты можешь судить, какое доверие питает ко мне Куленкамп. Мой только что упомянутый товарищ, который состоит уже приказчиком, через полгода уезжает в Лондон или Бордо. Тогда главным буду я. Еще три, самое большее, четыре года—и твой брат покинет уже пределы Германии. Я сильно желаю уехать за границу, т. е. за пределы Европы». Эти планы найти себе за границей такое общественное положение, какого он не находил на родине, напоминают планы Наполеона I: этот последний, будучи еще простым лейтенантом, безо всяких видов на дальнейшее повышение, собирался поступить на службу в турецкую армию. От каких случайностей зависит судьба человека, проявление его сил и его слава!

Положительный характер и практический ум молодого Бесселя ярко выступают в следующих строках его письма, которые особенно интересны потому, что пишет это будущий величайший астроном нового времени: «То, что Гораций и Вергилий говорят о счастье независимо от всяких материальных средств,—это прекрасно с философской точки зрения. Но мне это не улыбается. Иное дело человек, который уже сделал в жизни свое дело и жаждет покоя. Но для человека такого положения, какое я избрал для себя, деньги—это орудие производства. Если у тебя их нет, то нужно постараться раздобыть их. Здесь у нас можно добиться этого лишь в том случае, если будешь долго и долго служить у других». Почти одновременно с этим он спрашивает у берлинского гимназиста Карла, как извлекаются квадратные корни и как отыскиваются логарифмы. В конце 1801 г. он снова пишет: «В последнее время я особенно сильно отдаюсь одному занятию. Ты, наверное не угадаешь, что это такое? Лоцманское искусство! Кто знает, на что может пригодиться в жизни то или иное. И я поставил себе за правило изучать все, что только возможно. Мы вместе с моим товарищем Рудольфом недавно купили себе одну английскую книгу, посвященную этому вопросу: «*Epitome of practical navigation*» сэра Джэмса Мура. Моему товарищу дело это показалось настолько сложным и скучным, что он решил брать уроки этой науки. Но я ни в каком случае не сделаю этого, раз только путем некоторого усилия воли я могу понять все содержащееся в книге. Правда, таким путем я не научусь практическому применению. Но, затратив всего лишь какой-нибудь талер, я скоро научился очень многому, быть может, полезному для меня».

В то же время, он успел, вероятно, сделать большие успехи и по математике. Так, в 1802 г. он пишет: «Досадно, что мне не удастся сделать подробных наблюдений. А то я попытался бы как-

нибудь вычислить путь планеты Цереры. К чему же мне иначе кеплеровы законы! Математика ведь самая приятная из наук. Она, да астрономия заменяют для меня танцевальное общество, концерты и другие подобного же рода удовольствия, о которых я знаю лишь по наслышке. Многие формулы имеются в моей лоцманской книге. Но тут нет тех теорем, по которым они вычисляются и могут быть объяснены. Поэтому, мне трудно их запомнить, раз я сам не в состоянии судить об основаниях и связи всего целого. Поэтому, в начале марта я как-то задумался утром, на свежую голову, над этими вопросами. Сверх всякого ожидания, я уяснил себе самое суть дела. Я приписываю, конечно, это, скорее, счастливой случайности, нежели своему собственному размышлению. Но, в то же время, это укрепило во мне решимость заняться несколько более трудными задачами».

Так настал 1803 год. Об успехах, достигнутых юным Бесселем, а также о его здравом миросозерцании может свидетельствовать следующее письмо к его брату. «Ваш университет в Галле становится, действительно, знаменитым. Во всяком случае, я кое-что слышал об этом. Разве звездная наука, на самом деле, погрузилась у вас в непробудный сон? Неужели обсерваторией пользуется один только несравненный Клюгель? Я все еще всей душой и телом предан астрономии. А в настоящее время я ушел как раз в практическую астрономию. Я приступил к трудной работе, именно я решил вычислить самым точным образом некоторые из наблюдавшихся солнечных затмений и покрытий звезд. Помимо некоторых других результатов, я нашел, таким образом, географическую долготу Бремена, Милана, Падуйи, Ривьеры, Марсели. Теперь я занят другой подобной же работой, но более крупной. Я буду заниматься ею ранним утром в длинные дни».

Саме собой разумеется, что занятия Бесселя по математике и астрономии не могли остаться секретом в доме Куленкампа. Но его оставили в этом отношении в покое, так как он самым тщательным образом исполнял все конторские работы. В 1804 г. он приступил к точному вычислению старых наблюдений кометы Галлея. 28 июля он представил это вычисление Ольберсу, с которым он в этот раз впервые беседовал. С этого времени между ними установились дружеские отношения, которые прекратились лишь со смертью. Ольберс помог ему напечатать работу, и она появилась с лестным предисловием Цаха. Это было почти в то время, когда Бессель по делам своей фирмы отправился в путешествие по Средней Германии.

Какие чувства должен был он испытывать, когда 21 декабря получил письмо от Гаусса! Великий математик просил его произвести некоторые вычисления. Уже через несколько дней вычисления были готовы, и Бессель отправил их при таком письме: «Преисполненный чувством истинного и глубокого уважения, я беру перс, чтобы писать вам. Ваше желание было для меня приказанием. Его исполнение доставило мне большое удовольствие. Уже несколько лет, как я имею счастье знать ваше имя и ту славу, которая неразрывно связана с ним. Я давно уже стораю желанием дать вам доказательство своего безграничного к вам уважения. Теперь, получив эту возможность, я почитаю себя счастливым. Я прилагаю при сем вычисление солнечных долгот. Я прошу у вас извинения, что посылаю вам это с небольшим запозданием. Многочисленные занятия другого рода помешали мне раньше изготовить таблицу». Торговый ученик Куленкампа, действительно, стал теперь членом общей семьи астрономов. Его имя упоминается теперь уже в связи с именами знаменитейших ученых того времени.

На его личной жизни в Бремене это нисколько не отразилось. Он попрежнему оставался одиноким. Он был близок только с Ольберсом, да и то с ним лишь одним. Семья же последнего оставалась ему совершенно чуждой. Как все великие люди, Бессель любил одиночество, обычное бессодержательное времяпрепровождение в обществе было ему противно. Так настал 1805 год. Заканчивался срок его ученичества.

В соседнем Лилиентале главный судья Шрётер построил на свои собственные средства обсерваторию. В качестве инспектора и наблюдателя при ней состоял бывший кандидат богословия Гардинг. Это был довольно легкомысленный человек. Он открыл новую планету и назвал ее в честь английского короля Георга, бывшего, вместе с тем, и Ганноверским кюрфюрстом, Георговой Юноной. В благодарность за это и в знак своего благоволения король решил назначить Гардинга профессором астрономии в Гёттингенском университете. Это назначение навело Бесселя на мысль занять место у Шрётера. 13 июля 1805 г. он отправился, по приглашению Ольберса, пешком в Лилиенталь и осматривал здесь обсерваторию Шрётера. Но, в то же время, он узнал к своему ужасу, что Гардинг надеется совмещать свою новую должность в Гёттингене с инспекторством в Лилиентале. Другими словами, он хотел бы попрежнему получать свое инспекторское жалованье. Это как громом поразило Бесселя, лишенного всяких средств к существованию. Но в дело вмешался Ольберс, и Шрётер охотно исполнил его желание. Тем более, что новый его помощник предъявил самые скромные требования: всего 100 талеров ежегодного содержания.

19 марта 1806 г., в дождливый и бурный вечер, Франц Бессель уложил в повозку свои книги и рукописи, инструменты, одежду и прочие пожитки, пожал руки своим конторским товарищам и напра-

вился с Папенштрассе через городские ворота, вдоль Швахгаузерской проселочной дороги. Так, удаляясь постепенно от города, прибыл он в сумерки в местечко Лилиенталь, где отныне ему предстояло жить и работать.

Вместе с ним в Лилиентале водворился новый научный дух. Он проверил все измерительные приборы. В то же время, результаты наблюдений стали получать отныне строго математическое обоснование. Бессель в ближайшие годы обнаружил чрезвычайную деятельность. Но скоро он впал здесь в меланхолию. Он стал философствовать на тему о счастье, которое есть не только в фантазии. «В Бремене я всегда бывал доволен, что бы там ни случилось. Когда бывало случится какая неприятность, то я более, чем кто-либо другой, склонен был мириться с этим. Здесь, в Лилиентале, все иначе. Никто не причиняет мне никаких неприятностей. А, все же, на меня нападает желание из роз вдыхать в себя яд».

Самым неприятным было то, что Бесселю предстояло отбывать всинскую повинность. Шрётер делал все, что только мог, чтобы освободить его от призыва. Он не остановился даже перед тем, чтобы заявить, что Бессели происходят из «старого дворянского рода». Опираясь на это, он хлопотал об его освобождении от призыва. Но только ходатайство Ольберса перед Иоганном ф. Мюллером, знаменитым историком, который был в то время видным сановником в Вестфалии, привело, наконец, к желательному результату.

Вскоре после этого возник план основать в Дюссельдорфе университет. Этому плану покровительствовал Иоахим Мюрат. Бенценберг старался привлечь сюда Бесселя. Но план этот рушился. Зато впоследствии, благодаря посредничеству В. фон-Гумбольдта, Бессель получил предложение занять место директора в новой обсерватории в Кенигсберге.

Бессель не знал вначале, как ему поступить, принять ли это предложение или нет. Он дошел даже до нервного расстройства. Наконец, он решился последовать этому приглашению. Он отправился всего лишь на несколько дней в Бремен. 27 марта 1810 г. он навсегда расстался с Шрётером.

Путь его лежал через Минден, Гёттинген и Готу в Берлин, а отсюда, наконец, в Кенигсберг. Обсерватория была построена здесь по его собственному плану. Он проложил тут совершенно новые пути для научной астрономии. Инструменты проверялись и применялись с новых точек зрения. В то же время, применявшиеся им приемы вычисления были построены на новых основаниях. Точность его измерений, в особенности после того, как Фраунгофер доставил в Кенигсберг новый инструмент—знаменитый впоследствии гелиометр—приводила в изумление астрономов. Наряду с этими измерениями производились теоретические исследования и обширные вычисления. Нет ни одной области в науке о звездах, которая не была бы ему обязана очень крупными успехами.

Знаменитые французские математики, Лаплас, Пуассон и другие особенно сильно изумлялись искусству Бесселя быстро и безошибочно производить самые обширные вычисления. Этот талант его развился, главным образом, благодаря его прежним торговым занятиям. Бессель обладал крепким здоровьем. Неустанные ночные наблюдения и его глубокие исследования за рабочим столом несколько не утомляли его. В то же время он отличался любезностью в обращении. Это располагало к нему сердца всех, кто когда-либо соприкасался с ним. Король его особенно высоко ценил. Во время последней болезни Бесселя монарх вновь порадовал его: он прислал ему свой портрет и предоставил в его распоряжение своего лейб-медика. Бессель умер 14 марта 1846 г.,

на 62 году жизни. Память о нем будет жить до тех пор, пока мыслящие люди будут обращать свои взоры к звездному небу.

Трудно дать в популярном очерке полное представление о крупном значении работ Бесселя, а тем более, об его влиянии на прогресс астрономии. Я попытаюсь дать хотя бы приблизительное представление о точности и тонкости наблюдений Бесселя. Для этого я остановлюсь на одном часто приводимом примере: на его определении параллакса неподвижной звезды. До Бесселя многие астрономы тщетно пытались разрешить эту задачу!

Под *параллаксом неподвижной звезды* разумеется тот угол, под которым радиус земной орбиты бывает виден с этой звезды. Но чтобы понять, как можно определить этот угол с земли, припомним следующий известный опыт.

Когда мы находимся на движущемся судне, то неподвижные окружающие предметы *кажутся* нам движущимися в направлении, прямо противоположном действительному движению судна. То большое судно, которое несет нас всех, земля, пробегает ежегодно свой путь вокруг солнца. В то же время, каждая неподвижная звезда описывает в небесном пространстве кажущуюся орбиту. Как по своей форме, так и по своей величине она совершенно равна земной орбите, как она бывает видна со звезды. Величина земной орбиты, если смотреть на нее с неподвижной звезды, зависит только от расстояния этой звезды. Если это расстояние равняется 57 радиусам земной орбиты, то ее радиус, т.-е. ежегодный параллакс этой звезды, будет виден под углом 1° . Другими словами, он будет вдвое больше того, каким нам кажется поперечник луны или солнца. На расстоянии в 3438 радиусов земной орбиты этот угол имел бы всего лишь одну дуговую минуту, а на расстоянии в 206.265 радиусов он имел бы всего лишь одну дуговую секунду. При определении рас-

стояния неподвижной звезды все сводится, следовательно, к измерению ее годового параллакса. Действительно, как только Коперник доказал движение земли вокруг солнца, астрономы тотчас же приступили к такого рода измерениям.

Среди прежних наблюдений этого рода особенно выделяются наблюдения Тихо Браге. Они достигали точности в одну дуговую минуту. Другими словами, Тихо мог еще с помощью своих инструментов измерять такой угол, который равняется всего лишь $\frac{1}{31}$ поперечника луны. Этими наблюдениями было доказано, что неподвижные звезды отстоят от нашей земли более, чем на 90.000 миллионов миль. Если бы расстояние было меньше, то параллаксы равнялись бы, по меньшей мере, 1 минуте. Однако, этого не было по наблюдениям Тихо. Спустя 200 лет великий английский астроном Джэms Брэдлей довел точность своих наблюдений до 1 секунды. Если бы неподвижные звезды отстояли менее, чем на 4 биллиона миль, то их параллаксы можно было бы измерить. Но, в действительности, этого не было.

Казалось даже, что для человеческого знания здесь достигнут предел, дальше которого нельзя уже идти. Большая точность в измерениях, чем какая была достигнута Брэдлеем, представлялась весьма сомнительной. Однако, и после Брэдлея делались попытки найти параллакс неподвижной звезды. Но они гично также ни к чему не приводили. До сих пор для определения параллакса брали преимущественно более яркие неподвижные звезды. В этом случае руководились довольно вероятным предположением, что они ближе других к земле. Однако, для всех таких звезд не получили параллаксов. Тогда выбор соответствующих звезд стали производить иначе. Именно Бессель нашел в этом случае правильный прием.

Он исходил из того взгляда, что ближе всего находятся к земле не более яркие звезды, а те, которые обнаруживают наибольшее собственное движе-

ние. В то же время, для определения самого параллакса он избрал другой путь. Он стал сравнивать положение той звезды, параллакс которой нужно было определить, с положением нескольких других ближайших, но менее ярких звезд. При этом параллакс этих соседних звезд принимался неизмеримо малым. Это весьма вероятно и само по себе, но может быть доказано также и наблюдениями. Таким образом, Бессель исследовал звезду № 61 в созвездии Лебедя. Наблюдения, произведенные в промежуток времени между августом 1837 и октябрем 1838, действительно, дали параллакс около $\frac{2}{5}$ секунды. В настоящее время $\frac{1}{3}$ секунды считается самой точной величиной, что соответствует расстоянию в 94 биллиона километров. Тем самым была разрешена задача, над которой работали в течение нескольких веков. Она послужила, правда, толчком ко многим открытиям, но, в то же время, потребовала многих напрасных усилий. Измерения Бесселя были почти в десять раз точнее измерений Брэдли. Другими словами, они позволяли различать еще десятые доли секунды. Чтобы дать некоторое представление о том, что такое угол в $\frac{1}{10}$ секунды, возьмем человеческий волос, поместим его перед глазом на расстоянии ясного зрения, разделим его ширину или толщину на 200 частей и из точек деления проведем в глаз прямые линии. Мы получим тогда углы в $\frac{1}{10}$ секунды.

Точность бесселевских измерений была по-истине изумительна. Невольно поражала всякого та проницательность, с какой этот гениальный исследователь делал правильные выводы из своих наблюдений. Это особенно проявилось в разрешении двух задач, занимавших его в последние годы жизни. На основании многолетних измерений он пришел к убеждению, что движение Сириуса отличается некоторым непостоянством. Это заставило его предположить, что у этой яркой звезды имеется темный спутник, и

что вместе с ним она движется вокруг общего центра. Так как речь шла в этом случае о чрезвычайно ничтожных, едва уловимых переменах в положении Сириуса, то это утверждение Бесселя встретило не мало возражений. Однако, 3 января 1862 г. 18-дюймовый рефрактор в Чикаго открыл вблизи Сириуса неизвестную слабую звезду. А позднейшие вычисления Ауверса доказали, что звезда эта есть, в действительности, тот самый темный спутник, необходимость существования которого доказывал Бессель.

Вторая задача касается географической широты или высоты полюса. В одном письме к Ал. ф. Гумбольдту Бессель писал 1 июня 1844: «Я подвергаю сомнению неизменность высоты полюса. Мои, прекрасно согласующиеся между собой, наблюдения показывают, что высота полюса (Кенигсберг) уменьшилась с весны 1842 до нынешнего времени почти на 0.3". Но даже такая малая величина не может быть, как мне кажется, ошибкой наблюдения. Я связываю это с внутренними изменениями земного шара, которые оказывают влияние на направление тяжести». Гумбольдт назвал это мнение «странным убеждением», которое Бессель унес с собой в могилу. Но оно не умерло вместе с ним. Правильность этого взгляда нашла себе подтверждение. И вот уже несколько лет, как мы знаем, что высоты полюса подвержены незначительным колебаниям. Они обуславливаются переменами в положении оси вращения земли. Эти колебания настолько незначительны, что даже в настоящее время требуются самые точные инструменты и приемы наблюдения, чтобы вообще можно было воспринять их.

Бессель в своей практической астрономической деятельности работал, главным образом, над определением положения небесных тел. Наблюдения же над физическим состоянием различных тел нашей солнечной системы отступали у него сравнительно на задний план. Но и то немногое, что он сделал в

этой области, имеет громаднейшее значение. Он вычислил массу и сплюснутость Юпитера, определил отношение между величиной Сатурна и орбитой самой яркой его луны. Все это такого рода работы, которые еще и в настоящее время сохраняют полную свою ценность. А его наблюдения над кометой Галлея познакомили нас с совершенно новой силой, которая действует в этих, еще во многом для нас загадочных, небесных телах.

Х.

Гаусс.

Фридрих Гаусс, царь математиков.—Ранее развитие его замечательных математических способностей.—Исследования об основаниях геометрии.—Метод наименьших квадратов.—Определение орбиты исчезнувшей планеты Цереры.—Гаусс и французское вторжение.—Гелиотроп.—Гаусс и Вебер.—Последние годы его жизни.

В первую треть протекшего столетия Германия дала в лице Бесселя одного из самых выдающихся астрономов нового времени. Она же в лице другого человека, именно Карла Фридриха Гаусса, дала величайшего математика, какого когда-либо видал мир.

Трудно, пожалуй, даже совершенно невозможно дать человеку, не посвященному в тайны высшей математики, правильное представление о могучей силе духа этого царя математиков. И, все же, мы должны уделить здесь этому человеку особое внимание. Именно он благодаря своей гениальности разрешил одну из труднейших задач вычислительной астрономии, которая с такой неожиданностью стала на очередь в начале прошлого века. Гаусс сразу же дал окончательное решение этой задачи. Тем самым он вывел астрономов из действительно большого затруднения.

Перед математическим гением этого человека преклонялся маркиз де-Лаплас, творец «Небесной механики», а Александр фон Гумбольдт взирал на него с чувством глубокого изумления. Едва ли кто из людей превосходил его глубиной логического мышления.

А между тем это был сын бедного ремесленника. Он родился в Венденграбене в Брауншвейге 30 марта 1777 г. Его отец, Гергард Дитрих Гаусс, был сперва пекарем. Затем он стал садовником. Он женился, уже будучи вдовцом, на 34-летней крестьянке Доротее Бенце из брауншвейгской деревни Фельпке. Единственным сыном от этого брака был наш царь математиков. Бедность окружала колыбель ребенка. Трудно было думать, что он сумеет когда-либо выбиться из этих узких условий жизни простого ремесленника. Но счастливая судьба решила иначе: она сулила ему неувядаемый венок славы.

Уже во дни раннего детства Гаусс обнаружил замечательные математические способности. Он сам обыкновенно говаривал в шутку, что он раньше научился считать, а потом уже говорить. Однажды имел место такой случай. Отец производил недельный расчет с своими подмастерьями и поденщиками. Тут же присутствовал и трехлетний Фридрих. Никто не обращал внимания на ребенка. Вдруг последний, видя, что отец обсчитался, воскликнул: «Отец, счет-то не верен, тут нужно столько-то!». Все в изумлении начинают пересчитывать, и оказалось, что ребенок был прав.

На седьмом году жизни Гаусс стал посещать школу. В ближайшие два года он учился чтению и письму. Он ничем не выделялся среди своих сотоварищей. Впервые обратил он на себя внимание учителя Бюттнера на уроках арифметики. У последнего был заведен такой порядок: ученик, раньше других решивший задачу, должен был класть свою доску на стол

учителя. За ним то же делал второй, третий и т. д. «Едва только маленький Гаусс,—рассказывает Виннеке,—попал на урок арифметики, как Бюттнер задал детям задачу. В переводе на алгебраический язык задача эта представляла собой не что иное, как суммирование арифметического ряда. В арифметике указывается очень простой, скорый способ решения таких задач. Не успел Бюттнер продиктовать свою задачу, как Гаусс бросил уже на стол свою доску с словами: «Готово»! Пока другие ученики продолжали еще решать свою задачу, Бюттнер ходил взад и вперед по классу. От времени до времени он бросал сострадательный взор на маленького Гаусса, так быстро решившего свою задачу. Но тот сидел себе спокойно. Он был уверен, что задача решена верно, и что иного результата быть не может. Такое чувство непоколебимой уверенности Гаусс испытывал до последних дней своей жизни после всякой выполненной им работы. В конце урока доски были перевернуты. Доска Гаусса с одним всего числом лежала сверху. Его решение оказалось верным, тогда как доски многих других учеников были испещрены поправками учителя. После этого Бюттнер нарочно выписал из Гамбурга особый задачник, и пытливый ум юного Гаусса нашел здесь для себя новую пищу для развития».

Помощником Бюттнера был в это время молодой человек, по имени Бартельс, родом из Брауншвейга. Он в это время усиленно занимался математикой. Он обратил внимание на талантливого мальчика и стал преподавать ему основы математики. Он познакомил даже одиннадцатилетнего Гаусса с начатками анализа. В 1788 г. Гаусс поступил в гимназию, хотя отец предпочел бы видеть его честным ремесленником. Он очень быстро овладел древними языками. Он сделал такие быстрые успехи, что тайный советник ф. Циммерман представил его в 1791 г. герцогу Карлу Вильгельму Фердинанду. Этот последний, в виду

блестящих успехом юноши, дал ему средства для продолжения образования.

Таким образом, Гаусс поступил в 1792 г. в Брауншвейгскую Коллегию Карла. Он изучал здесь древние и новые языки, а тайком занимался также и математикой. Еще в 1795 г., при поступлении в Геттингенский университет, Гаусс колебался, посвятить ли ему себя языковедению или математике. А лекции по языковедению знаменитого Гейне сильно увлекали его. Профессором математики был в то время Кестнер, пользовавшийся большой известностью. Но слава его покоилась больше на остроумных словечках и эпиграммах, нежели на его математических исследованиях. Кестнер, как выражался Гаусс в позднейшие годы своей жизни, обладал выдающимся природным острым умом. Но, удивительная вещь, он обнаруживал его повсюду, кроме математики. Он обнаруживал его даже тогда, когда говорил (вообще) о математике. Но эта его способность покидала его, как только дело касалось какого-либо математического исследования. Можно было бы привести в этом отношении чрезвычайно смешные примеры.

Но среди своих занятий классическими языками Гаусс отнюдь не забывал и математики. И вот 30 марта 1796 г. ему удалось сделать одно важное математическое открытие. Но, к сожалению, его вполне может оценить лишь специалист: он доказал, что в круг можно вписать 17-угольник. Раньше думали, что здесь возможны только известные уже со времени Эвклида построения: т.-е. правильный треугольник и пятиугольник, а также производные от них фигуры. То, что в течение двух тысячелетий ускользало от взоров величайших математиков,— это открыл острый ум молодого, еще не достигшего 19 лет, Гаусса. Но глубокие исследования Гаусса касались не одной только эвклидовой геометрии: он вышел за эти пределы и впервые занялся исследованием вопроса об абсолютном пространстве. Как известно, геометрия

исходит из некоторых аксиом, т.-е. самоочевидных положений. Но математически их нельзя доказать. такую аксиому образует, напр., следующее положение: «Две пересекающиеся прямые не могут быть обе перпендикулярны третьей».

Это—одно из основных положений всей геометрии. И замечательно, что самая точная из всех наук покоится на таком фундаменте, прочность которого не может быть логически доказана. Гаусс писал об этом Ольберсу: «Я все более и более прихожу к убеждению, что необходимость нашей геометрии не может быть доказана, по крайней мере, человеческим умом и для человеческого ума. Быть может, в другой жизни мы придем к иным взглядам на сущность пространства, которые в настоящее время недоступны для нас. А до тех пор геометрию нужно было бы сравнивать не с арифметикой, которая носит чисто априорный характер, а, напр., с механикой». Здесь мы не можем касаться вопроса о том, откуда истекает наше убеждение в истинности геометрических аксиом. В данном случае достаточно сказать, что Гаусс, предположив указанную эвклидову аксиому неверной, построил новую геометрию, вполне свободную от внутренних противоречий. Для нас эта не-эвклидова геометрия имеет практическое значение лишь в сфере современных воззрений относительно конечности пространства. Но теоретически важно знать, что математические истины отнюдь не обладают абсолютной достоверностью. Впоследствии Риман, развивая дальше мысли Гаусса, показал, что истинность нашей геометрии покоится на известных свойствах пространства, и место эвклидовой геометрии могла бы занять другая, если бы не было этих свойств пространства.

Почти одновременно с этими глубочайшими умозрениями, которые в известном смысле касаются уже философии математики, 18-летний Гаусс работал над разрешением одной математической задачи, имеющей

громадное практическое значение. Я имею в виду знаменитый метод наименьших квадратов. Как это видно из одного письма к Шумахеру, Гаусс знал уже и применял этот метод с 1794 г. Этот метод впервые положил конец той шаткости, которая до этого времени была свойственна наиболее вероятным выводам из ряда научных измерений.

Допустим, что нам нужно определить самым точным образом путем измерений длину какой-либо линии. Для этого данная линия измеряется несколько раз, а затем берется среднее арифметическое полученных результатов. Это среднее рассматривается, как наиболее верная величина, или как самое вероятное приближение к искомой величине. Тут можно предположить, что случайные ошибки в измерении в ту и другую сторону взаимно погашаются. Но допустим, что нам требуется определить несколько неизвестных величин. Допустим, что для этого мы произвели целый ряд наблюдений, и каждое из них дает такой результат, на который влияют все эти неизвестные величины. В таком случае нельзя уже брать арифметического среднего всех наблюдений. И математики до Гаусса прибегая, в таких случаях, к известному рода комбинациям полученных путем наблюдений результатов. Но тут неизбежен известный произвол. Хотя склонения могут быть лишь незначительными, однако, никогда нельзя быть уверенным, что таким путем мы получили наиболее соответствующие наблюдениям результаты. Метод наименьших квадратов раз навсегда положил конец этой мучительной неуверенности. Он представляет собой единственно правильный способ получения наиболее вероятного вывода из ряда наблюдений.

Трудно, конечно, дать общее понятие о методе наименьших квадратов без помощи математических символов и теорем. Но уже совершенно немислимо дать при этом условии хотя бы какое-нибудь пред-

ставление о содержании его бессмертного труда: «Disquisitiones arithmeticae» («Арифметические исследования»). Герцогу Карлу Вильгельму Фердинанду Брауншвейгскому принадлежит та великая заслуга, что он дал средства на издание этого труда, вышедшего в свет в 1801 г. На этих арифметических исследованиях Гаусса лежит печать его математического гения. И, все же, лишь очень немногие исследователи были в состоянии правильно оценить его труд. А в широких кругах имя молодого математика, осенью 1798 г. вернувшегося в Брауншвейг, оставалось совершенно неизвестным. Лишь в наши дни удалось немецкому математику д-ру Готфриду Рюкле, который обладает памятью совершенно затмевающей все прежние достижения математиков в области вычислений, глубже вникнуть в эти мысли Гаусса.

Но тут перед началом прошлого столетия случилось одно событие, которое сразу же сделало имя Гаусса известным всему образованному миру. Пиаци в Палермо случайно открыл 1 января 1801 г. небольшую звезду 8-й величины. Она обладала довольно быстрым движением. Он наблюдал ее до середины февраля. Когда весть об этом открытии дошла до Германии, звезда успела уже скрыться в солнечных лучах. Но, в то же время, выяснилось, что это, вероятно, планета, описывающая свой путь между Марсом и Юпитером.

Тут впервые перед астрономами возникла задача вычислить путь светила на основании небольшого ряда наблюдений с такою точностью, чтобы его можно было найти при новом его появлении. Задача эта не заключала бы в себе никаких трудностей, если бы планета описывала круговую орбиту. Но наблюдения Пиаци достаточно ясно показали, что, в действительности, этого нет, что ее орбита должна иметь, скорее, форму вытянутого эллипса. Тем самым задача определения орбиты настолько усложнялась, что ни французские, ни немецкие математики не могли с

нею справиться. Но для гения Гаусса, тут не было никаких трудностей. Он дал формулы для вычисления орбиты планеты на основании небольшого ряда наблюдений. Применяв эти формулы к тем местам, в которых Пиацци наблюдал новую планету, Гаусс вычислил для нее эллипс. Ольберс согласно этим вычислениям снова отыскал планету 1 января 1802 г. Планета эта находилась на расстоянии целых 11 градусов от того места, где ее нужно было бы отыскивать при предположении круговой орбиты. В настоящее время нам трудно уже представить себе то изумление, какое было вызвано этим гауссовским вычислением орбиты. До сих пор мало кому известный человек, Гаусс сразу занял место среди величайших астрономов и математиков всех времен.

Но пока все и ограничилось одной только славой. Никто не подумал о том, чтобы создать для великого гения те условия, среди которых он мог бы совершенно свободно работать на пользу науки. Между тем неожиданно он получил приглашение в Петроград. Гаусс отклонил его, хотя в то время у него было очень мало надежд найти в Германии такие условия, которые отвечали бы его желаниям. В письме от 26 октября 1802 г. он пишет Ольберсу: «Я питаю сильное нерасположение к преподавательской деятельности. Ведь многослетние обязанности профессора математики, в сущности, сводятся лишь к тому, чтобы учить азбуке своей науки. Большинство тех немногих учеников, которые успевают сделать шаг вперед и—продолжу то же сравнение—обыкновенно не идут дальше чтения по складам, становятся лишь полузнайками. Ведь редкие дарования не создаются путем лекций, а образуются сами собой. И за таким неблагоприятным делом профессор теряет свое драгоценное время. Я мог наблюдать это у своего отменного друга Пфаффа, у которого однажды прожил несколько месяцев. Для своих собственных работ он вынужден пользоваться урывками теми немногими

часами, которые остаются в его распоряжении от всяких *publicis, privatis, privatissimis*. Присоедините сюда подготовку к этим занятиям и другие обязанности, связанные с званием профессора. И опыт, повидимому, подтверждает мое мнение. Я не знаю ни одного профессора, который, действительно, сделал бы много для науки. Исключением является только великий Тобиас Майер. Да и тот в свое время считался плохим профессором. Наш друг Цах довольно часто говаривал по этому поводу: «В наши дни не состоящие на жалованьи университетские преподаватели сделали больше всего для астрономии, а, так называемые, диллетанты, врачи, юристы и т. д.». Возможно, что краски здесь и сгущены несколько. Но, все же, при таком взгляде на вещи, я, скорее, желал бы быть последним, нежели первым, если бы мне предстоял выбор только между тем и другим. Я с бесконечно большей охотой согласился бы занять какую-либо неученую должность, для которой достаточно усердия, исполнительности, точности и т. п. без факультетских занятий. Мне не нужно ни чинов, ни влияния, только бы у меня было спокойное положение, и имелся достаточный досуг, чтобы служить своим богам. Так, я надеюсь, напр., получить в здешних местах редактирование народных переписей, таблиц рождаемости и смертности. Но не в качестве должности, а для своего удовольствия и удовлетворения, чтобы хотя отчасти отблагодарить за те удобства, какими я пользуюсь здесь. Только жаль, что в небольших государствах такого рода должности не многочисленны, а, к тому же, часто при их замещении играют роль различные побочные соображения».

Между тем Ольберс старался доставить своему другу место директора новой обсерватории в Геттингене. Он писал об этом профессору Геерену. Этот шаг привел, наконец, к желанному результату, и в 1807 г. Гаусс принял приглашение в Геттинген. Таким образом Германия сохранила его для себя.

«Но не успел еще Гаусс,—рассказывает Виннеке,—получить свое ничтожное содержание в качестве директора обсерватории, как Наполеон наложил на страну громадную контрибуцию. Гауссу приходилось уплатить 2000 фр. Ему очень трудно было внести такую сумму. Но когда его друг Ольберс прислал эти деньги, он тотчас же отослал их обратно. В письме к нему по этому поводу он выражает сожаление, что ученые должны подвергаться таким унижительным контрибуциям. Точно также он отклонил помощь Лапласа, который писал ему, что контрибуция де уже уплачена в Париже. Но это бескорыстие и благородство Гаусса скоро было вознаграждено. Из Франкфурта от неизвестного лица он получил 1000 гульденов. Лишь впоследствии выяснилось, что этим благородным жертвователем был князь-примас».

Гаусс писал по этому поводу своему другу Ольберсу: «Братя Бетман во Франкфурте получили от неизвестного лица поручение выплатить мне 1.000 гульденов имперской монетой. При всяких других обстоятельствах я не принял бы этого дара, так как средства у меня, все же, имеются. Но в настоящее время я, не колеблясь, принимаю его: при теперешних обстоятельствах я могу сделать из того, что мне самому не нужно, очень заманчивое для себя применение. Во всяком случае, я могу думать, что то лицо, от которого исходят эти деньги, может обойтись без них в течение одного или двух лет. Вероятно, деньги присланы из Парижа, хотя некоторые обстоятельства вызывают во мне на этот счет кое-какие сомнения. Половину этих денег я тотчас же отдам Гардингу. Я очень рад, что благодаря этому его небесные карты увидят скоро свет, на что он перестал уже надеяться. Быть может, этим будет ускорено открытие многих планет. Сколько часов мы все, я сам, вы, да и другие астрономы, потеряли на черчение карт! А ведь мы могли бы употребить их с большей пользой!»

В ближайшие годы положение великого исследователя стало более благоприятным. Он получил весьма почетное приглашение в Берлин, которое он, однако, отклонил.

В 1816 г. Гаусс предпринял путешествие. Оно длилось пять недель. Он посетил оптическо-механический институт в Мюнхене. Его приводила в изумление та точность, с какою Рейхенбах производил деления на своих кругах. Он писал Ольберсу: «Так же поразительна та точность, с какою в Бенедикт-бёрене стеклам придают шарообразную форму. Фраунгофер уверяет, что при помощи этих стекол можно еще различать $\frac{1}{10.000.000}$ дюйма. Для ахроматического прибора с отверстием в 9 дюймов стекла были уже готовы. Но первоначально их вставили в плохую трубу. Так что его действие в пасмурный день можно было заметить только на земле. Несколько меньший прибор с отверстием в $7\frac{1}{4}$ дюймов, дающий увеличение в 700 раз, доставлен уже в Неаполь. Он стоил 4500 гульденов. То, что рассказывают еще о более крупных инструментах,—это похоже в настоящее время на сказку. Не мало усилий потребуются еще, пока мы сможем перейти от 9 к 10 дюймам в отверстии».

В 1818 году Гаусс приступил к градусному измерению Ганновера. Попутно он пришел к важным теоретическим исследованиям и к изобретению гелиотропа. Это очень простой и остроумный прибор. Солнечный луч падает здесь на небольшое зеркало, помещенное над одной вершиной треугольника. Зеркало отбрасывает его по направлению к другой вершине треугольника. Находящийся здесь наблюдатель видит в желательном направлении мнимое изображение ярко блестящей звезды и может направить на нее угломерный прибор. По поводу этого своего любимого изобретения, Гаусс не раз замечал, что он пришел к нему не случайно, а после зрелого размышления. Правда, он наблюдал не однажды с башни

Михаила в Люнебурге, как блестело на солнце оконное стекло одной из гамбургских башен. Этот случай показал ему практическую осуществимость его мысли. Но уже задолго до этого он вполне обдумал все свое изобретение.

Гаусс считал возможным установить при помощи гелиотропа телеграфические сношения между луной и землей. Он вычислил даже величину необходимых для этого зеркал и нашел, что такие сношения могут быть установлены без особенно крупных издержек. Если бы нам удалось завязать сношения с нашими соседями на луне,—обыкновенно говаривал он,—то это открытие имело бы еще большее значение, нежели открытие Америки. Однако, он не думал, что на луне имеются разумные существа. Вообще же он допускал, что на планетах есть духовная жизнь.

В 1825 г. в Пруссии снова решили пригласить Гаусса в Берлин. Но, к сожалению, там имели обратное представление о деятельности такого исследователя: ему хотели предоставить высший надзор над математическим преподаванием во всей Пруссии. Само собой разумеется, что этим оказали бы плохую услугу гению царя математиков. Этого выдающегося человека следовало бы, наоборот, освободить от всяких обязанностей. Следовало бы позаботиться о том, чтобы краткие дни человеческой жизни он мог всецело посвятить тем глубоким исследованиям, какие только он один мог выполнить.

Так, Гаусс остался в Геттингене. Здесь у него завязались тесные дружеские отношения с физиком Вебером. Он отдался теперь преимущественно изучению электрических и магнитных явлений. Но и в этой области свет его гения проникал в глубочайшие тайны природы. Его по всей справедливости можно считать изобретателем электро-магнитного телеграфа. Уже зимой 1833—1834 г. он соединил обсерваторию с физическим кабинетом телеграфной проволокой. По ней можно было передавать взад и

вперед целые фразы. Гаусс очень ясно представлял себе великое значение телеграфа для мировых сношений. Он писал Шумахеру в Альтону: он считает де возможным создать такую машину, которая так же механически передавала бы депешу, как куранты воспроизводят музыкальную пьесу, поставленную на валик. Здесь не место останавливаться подробнее на этой и других подобных же работах Гаусса над земным магнетизмом. В последнее десятилетие его жизни в нем снова проснулась его былая склонность к изучению языков, которая когда-то грозила отнять его у математики.

Так, он занимался одно время изучением санскритского языка. В особенности же он изучал русский язык. Он в короткое время настолько овладел им, что без труда мог читать русские книги. Гаусс был, не говоря уже об его исключительных математических дарованиях, очень богато одаренной, глубокой натурой. Он не ушел целиком в формулы и числа, а оставался чутким ко всему, что трогает человеческое сердце. Из немецких писателей он больше всего любил Жан Поля, Гёте привлекал его уже меньше, и меньше всего любил он Шиллера. В религиозных вопросах он обнаруживал величайшую терпимость. Он часто говаривал, что никто не имеет права посягать на верования других, раз человек находит в них утешение и твердый оплот от земных страданий и несчастий. Серьезное стремление к истине и глубокое чувство справедливости служили основой его религиозного мирозерцания. Духовную жизнь он понимал, как великое, проникнутое вечной истиной, служение правде.

«В этом мире,—сказал он однажды,—существует два рода наслаждений: одно находит себе удовлетворение в науке, другое имеет своим источником сердце, оно состоит, главным образом, в том, что люди облегчают друг другу страдания и тяготы жизни».

Однажды, Гумбольдт сообщил ему, что профессор Уевелль, человек прекрасно знакомый с историей индуктивных наук, в одном своем сочинении «on the Plurality of Worlds» (О множественности миров) доказывает, что из всех небесных тел одна только земля может быть населена разумными существами. Ибо, доказывает он, все разумные существа по своей природе греховны, и искупление не может повторяться без конца на тех многих миллионах туманностей, которые наблюдал Росс.

В ответ Гаусс писал ему: «Уевелль и мне прислал свою книгу. Я не стану отрицать, что человек, строго верующий в букву христианских догматов, не может, пожалуй, не признавать уевеллевских выводов. Но чего я не могу одобрить, это то, что Уевелль недобросовестно цитирует тех авторитетов, на которые он находит иногда нужным ссылаться. Так, он влагает, например, в уста Бесселя такие слова: «Тот, кто допускал существование обитателей на луне и планетах, должен был представлять себе их, несмотря на все свои возражения против этого, подобными людям, он должен также признать, что они могут вступать в общение друг с другом». Он цитирует при этом его популярные лекции. В них нет, однако, ничего подобного. Я могу отыскать здесь лишь одно место, которое еще кое-как напоминает это. Но здесь нет ни звука о планетах, а речь идет исключительно о луне. Но, не говоря уже об этом, я вообще не склонен в таких вопросах придавать какое-либо значение авторитету Бесселя. Ведь речь идет здесь не о научном вопросе, а только о фактическом. Чтобы судить в данном случае так решительно, как он это делает, он должен был бы сперва произвести общий опрос. Меня, по крайней мере, он не спрашивал. Я же ответил бы так: «Всякий человек, знакомый с фактами, должен будет признать, что обитатели луны, буде таковые имеются, обладают совершенно иной организацией, нежели обитатели земли. Но было бы слишком по-

спешно отвергать на этом основании существование обитателей на луне. Природа имеет гораздо больше средств, нежели об этом может догадываться слабый ум человека».

Последние дни жизни Гаусса,—так сообщал его врач, д-р Баум, Гумбольдту,—были очень тяжелы. Он страдал водянкой, которая появилась в результате сильного перерождения сердца. Болезнь еще более усилилась. Но он попрежнему оставался тем же свободным и великим мыслителем. Только в последние 18 часов его покинуло сознание. По временам оно снова загоралось, и тогда из его уст снова можно было услышать слово любви или выражение какого-либо желания. Наконец, он тихо скончался. Это было 23 февраля 1855 г.

XI

Э н к е.

Иоганн Франц Энке, учитель астрономов.—Юношеские годы.—Зеебергская обсерватория близ Готы.—Ускорение в движении кометы со временем обращения в 1200 дней.—Сопротивление эфира.—Приглашение в Берлин.—Деятельность Энке, как учителя.

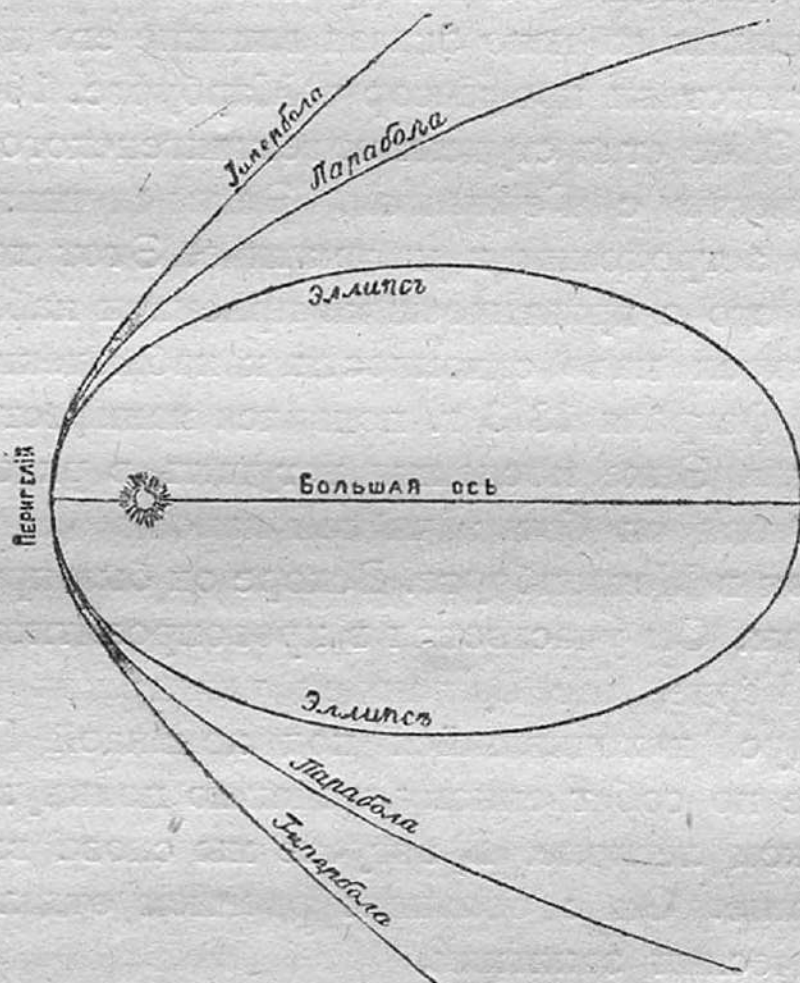
Мы познакомились в предыдущих беседах с великими творцами звездной науки. Мы остановим теперь свое внимание на одном выдающемся учителе астрономии. Это—Иоганн Франц Энке. Большая часть дальнейших исследователей неба были его учениками. Благодаря своим теоретическим исследованиям и неутомимости в вычислениях, он сделал одно из наиболее блестящих открытий новейшей астрономии. В качестве директора Берлинской обсерватории и издателя необходимого для астрономов «Астрономического Ежегодника», он почти в течение сорока лет занимал первое место среди прусских астрономов. Вне круга своей специальности этот знаменитый ис-

следователь неба был мало кому известен. Без его большой биографии, написанной его учеником Брунсом, очень многое в его жизни и деятельности осталось бы скрытым от взоров потомства. Иоганн Франц Энке родился 23 сентября 1791 г. в Гамбурге. Он был старшим из девяти детей пастора тамошней церкви св. Макова, Иоганна Михаила Энке. Еще в детстве потерял он отца, а позже, когда оканчивал уже гимназию, он лишился также и матери. Долго колебался юноша, посвятить ли ему себя медицине или математике. Но, наконец, его выбор пал на математику. В этом отношении на него оказал влияние его друг Герлинг, впоследствии профессор в Марбурге. 16 октября 1811 года Энке стал студентом геттингенского университета. Вместе с Герлингом, Энке слушал лекции Гаусса по астрономии и математике. Этот последний ознакомил его с практическими приемами наблюдения, хотя он питал мало склонности к наблюдениям.

Когда 3 февраля 1813 г. появился манифест: «К моему народу», Энке поспешил вступить в ряды армии. В конце июня он был зачислен канониром в ганзейский легион в Мекленбурге. Вскоре он был произведен в вахмистры. Он участвовал в кровопролитном сражении при Гёрде, где Вальмоден уничтожил французский корпус, находившийся под командой Пешё. 22 июля Энке по собственному желанию покинул службу в ганзейском легионе. В августе мы снова видим его в Геттингене. Он с большим рвением отдался здесь астрономическим занятиям.

Возвращение Наполеона с Эльбы снова вернуло его под знамена. Сдав соответствующий экзамен—единственный в его жизни, если не считать гимназического выпускного экзамена,—молодой астроном получил чин подпоручика. Он был послан в Грауденц для ознакомления с прусской службой. В начале 1816 г. освободилось место помощника астронома в Зеебергской обсерватории. По совету Линденау, Энке решил выйти в отставку и переселиться в Зееберг.

После короткого пребывания у Гаусса он приступил к своим новым занятиям. В следующем году фон Линденау, бывший директором обсерватории в Зееберге, уехал в Альтенбург, где он всецело посвятил себя государственным делам. Энке остался один в обсерватории. Наряду с наблюдениями, он занимался, главным образом, вычислением кометных путей. В 1817 г. он получил премию Котты в 100 дукатов за лучшее вычисление орбиты кометы 1680 г.



Эллипс, парабола и гипербола.

Гораздо важнее были его работы над кометой, которую Понс открыл 26 ноября 1818 г. Энке на основании наблюдений, продолжавшихся от 22 декабря до 12 января, вычислил параболическую орбиту. Но результат этот оказался слишком сомнительным. После целого ряда попыток получился, наконец, эллипс со временем обращения в 3,6 года. Решающую

роль в этом случае сыграло одно наблюдение Энке. Это было 12 января 1819 г. Он был в этот вечер в гостях в Готе. Скоро погода прояснилась. Энке не сиделось в гостях. Несмотря на все просьбы окружающих, он поспешил в Зееберг. Он прибыл во-время. Без этого наблюдения комета со временем обращения в 1200 дней, быть может, не носила бы имени Энке! Тождество Понсовой кометы с кометой I 1805 г., а также с кометами 1795 и 1786 гг. (на это впервые обратил внимание Ольберс) было доказано Энке на основании обширных вычислений.

Уже в первой своей статье об этой комете (в «Астрономическом Ежегоднике» за 1822 г.) он обратил внимание на то, что она может служить средством для определения массы Меркурия. В «Берлинском Ежегоднике» за 1823 г. Энке заявляет, что чисто эллиптическое время обращения кометы между двумя последовательными ее появлениями сокращается на три часа. На этом основании Ольберс впервые высказал предположение о существовании особого тонкого вещества, заполняющего небесные пространства.

«То обстоятельство, что плотные и твердые планеты—пишет Ольберс Энке—не испытывают сколько-нибудь заметного для нас сопротивления, ничего еще не доказывает по отношению к кометам: эти последние при объеме, нередко в тысячу раз большем, обладают, быть может, в тысячу раз меньшей массой. В особенности же такое сопротивление можно считать почти доказанным для кометы Понса. Довольно значительную часть своего пути она движется в той области мирового пространства, где находится вещество зодиакального света. Через середину этой именно кометы Гершель мог видеть 9 ноября 1795 года двойную звезду 12 или 13 величины, и яркость ее несколько не была ослаблена. Это доказывает, конечно, что плотность этой кометы близка к плотности зодиакального света, и, следовательно, сопротивление не может быть совершенно ничтожным. Допустим даже,

что все остальное мировое пространство совершенно пусто, и кометы не встречают здесь никакого сопротивления,—чего я, однако, не допускаю. Но и в таком случае одного вещества зодиакального света вполне достаточно, чтобы объяснить сокращение времени обращения и изменение вида орбиты».

Бессель был иного мнения. «Возможно, конечно,—пишет он Энке—что хвост является причиной более быстрого ее обращения, и при том двояким образом. Во-первых, голова кометы благодаря развитию хвоста может перемещаться в направлении от центра тяжести, который движется по законам Кеплера, к солнцу; т.-е. она может приблизиться к этому последнему, и в то же время благодаря постоянному отделению от хвоста частиц она не может уже занять своего прежнего положения. А, во-вторых, отделившиеся от хвоста частицы материи продолжают свое движение и развивают отталкивательную силу, и ядро таким образом приближается к солнцу». В одном письме к Гауссу Энке напоминает ему о высказанной им когда-то мысли, что у комет может действовать отталкивательная сила, которая в особенности оказывала бы влияние на время обращения. Между прочим, Энке сделал предварительные вычисления названной по его имени кометы.

В 1822 г. он был назначен директором обсерватории в Зееберге. Однако, он пробыл здесь недолго. Обсерватория эта была плохо оборудована, и Энке нередко жаловался, что ему придется покинуть Зееберг, если все останется здесь по-старому. В 1824 г. Бодде добровольно вышел в отставку. Ему была назначена пенсия, как академику и директору Берлинской обсерватории. В начале следующего года место это было предложено Бесселю, но он отказался. В то же время, он вступил в переговоры с Энке, предлагая ему занять место в Берлинской обсерватории. После долгих колебаний Энке дал, наконец, свое согласие. 11 октября 1825 г. он переехал в Берлин. Он занял

здесь место академика, непременно секретаря физико-математического отделения академии и директора обсерватории.

В столице Пруссии Энке, естественно, был центром всего, что имело отношение к астрономии. Однако, сам он очень мало показывался в обществе. Как он сам обыкновенно говаривал, он с философским равнодушием относился к мнению света. А в случае нужды он заявлял, что знает высшего судию над своими поступками, нежели, так называемый, свет. В этом отношении Энке был полной противоположностью Гумбольдту. Этот последний был желанным гостем в салонах. Он умел, где это казалось ему уместным, обнаруживать свои обширные знания с иронией, остроумием и светской ловкостью. Благодаря содействию Гумбольдта был приобретен за 20.000 талеров фраунгоферовский рефрактор с объективом в 9 дюймов в поперечнике. Энке заново перестроил также Берлинскую обсерваторию. Впрочем, Энке мало наблюдал при помощи этого большого инструмента. Большую часть своей астрономической деятельности он посвящал работам над названной по его имени кометой, а также «Астрономическому Ежегоднику». В то же время, его преподавательская деятельность была обширна и чрезвычайно плодотворна. Целый ряд позднейших астрономов с гордостью называют себя его учениками. Энке не обладал, впрочем, особенной склонностью к чтению лекций. Его лекции отнюдь не были блестящими, он произносил их довольно тихим голосом, мало выразительно, без должной отчетливости. Он не особенно любил также и занятия со студентами в обсерватории и охотно пропускал их. Несмотря на то, его ученики научились у него многому, так как он обладал большим практическим опытом и умело оттенял существенное.

Энке был небольшого роста и обладал крепким здоровьем. В своей одежде он предпочитал темные цвета и избегал всего бросающегося в глаза. Его

скромный рабочий кабинет был его любимейшим местом пребывания. Трубка, а позднее сигара составляли одну из необходимейших его потребностей. Он имел обыкновение долго спать по утрам, так как поздно ложился спать. Между 8 и 9 часом утра он пил кофе с семейством, закуривал свою сигару и с чашкой кофе уходил в свой рабочий кабинет. Тут он занимался по окончании текущих дневных занятий до половины второго. Затем вся семья садилась за обед. После обеденного сна он не знал. После половины третьего он начинал подготовку к лекциям или же читал вновь вышедшие книги. Вечером пил чай вместе с семьей. Когда он не производил наблюдений, то около 10 часов снова уходил в кабинет и работал там нередко вплоть до 2, даже 4 часов ночи. Если же он хотел наблюдать, то призывал к определенному часу кастеляна. Этот последний вращал при наблюдениях купол, производил счет и выполнял другие необходимые поручения.

17 ноября 1859 г. с Энке случился удар на улице по дороге в академию. Но его крепкая натура выдержала последствие удара, и он снова мог приступить к своим занятиям. В 1862 г. он предпринял ради поправления здоровья путешествие в южную Германию. В следующем году, когда удар снова повторился, он отправился в Гарц. По возвращении оттуда, он хотел было снова приступить к своим прежним занятиям. Но работа оказалась уже для него непосильной, и врачи посоветовали ему отказаться совсем от занятий.

Пребывание в больнице в Киле, к сожалению, несколько ему не помогло. Поэтому, он оставил государственную службу и поселился в Шпандау. Новый удар поразил его в середине июля 1865 г. 26 августа в 2 часа пополудни прекратились, наконец, его долгие страдания.

Так покинул мир—говорит Брунс—человек, который почти в течение пятидесяти лет неутомимо ра-

ботал в области своей науки, который почти сорок лет занимал первенствующее место среди астрономов Пруссии. Как отец семейства и человек, он был одним из благороднейших и бескорыстнейших характеров. Преисполненный величайшей скромности, он никогда не стремился к тому, чтобы блистать в свете.

Потомство всегда будет чтить в нем великого ученого. Среди астрономов девятнадцатого века Иоганн Франц Энке занимает почетное место.

ХII.

Секки.

Анжело Секки, астрофизик.—Юношеские годы.—Он поступает в орден иезуитов—Переселение в Северную Америку.—Возвращение в обсерваторию римской коллегии.—Первые работы над солнцем.—Спектроскоп.—Химия звезд.—Смерть Секки.

В своих беседах мы все более и более приближаемся к настоящей эпохе. В наши дни на первый план выступила совершенно новая отрасль астрономического исследования, так называемая, астрофизика. Со времени изобретения спектрального анализа, усовершенствования фотографии и фотометрии астрофизика неожиданно приобрела громадное значение. Предварительное ознакомление с предметом мы и здесь начнем с описания деятельности человека, имя которого больше, чем чье-либо другое, навсегда будет связано с новыми астрофизическими исследованиями. Это—иезуит Анжело Секки. Для правильной оценки его астрономической деятельности необходимо припомнить тогдашнее состояние астрономической науки.

Астрономия, как и всякая другая деятельность, покоится в настоящее время на разделении труда. Бессель был последним астрономом, гениальность которого была одинаково велика во всех отраслях этой

трудной науки. Такие люди встречаются очень редко, а при современном развитии астрономии их вообще не может быть. Успешная работа здесь в настоящее время возможна лишь при одном условии: нужно избрать для изучения что-либо одно: или теорию и вычисление, или определение положения звезд и связанные с этим вопросы, или же, наконец, астрофизику. Лишь попутно может ученый останавливаться на побочных для его главных занятий вопросах.

Секки был астрофизиком и одним из основателей этой новой отрасли астрономии. Как наблюдатель, он был прямо-таки неутомим. «Можно смело сказать», справедливо говорит Муаньо, «что Секки один сделал больше, и к тому же хорошо сделал, нежели десять сотрудников Араго в Париже, вместе взятых. И его превосходная работа доставила обсерватории римской коллегии во сто крат больше славы, чем какая выпала на долю Парижской обсерватории в течение 30 лет, предшествовавших управлению Лаверье».

Как большинство знаменитых естествоиспытателей, Секки был сын бедных родителей. Отец его был столяром. Его мать, отличавшаяся большой практичностью, считала необходимым, чтобы ее Анжело обучался вязанью чулок и шитью. Вот чему должен был обучаться тот, кому суждено было впоследствии раскрыть тайны солнца и определить химические и физические свойства ночного звездного покрова!

Свое первоначальное образование Секки получил в родном городе Реджио в иезуитской гимназии. Здесь, а затем в Риме, где он изучал гуманитарные науки, он положил основание своей необычайной начитанности в древних классиках. Ранняя смерть отца, повидимому, еще больше склонила Секки вступить в орден иезуитов. Согласно строго установленному порядку он должен был заниматься здесь сперва гуманитарными науками, а затем естественными науками. В этих последних он нашел, наконец, ту область,

в которой ему суждено было достигнуть наибольших успехов.

Его учителя, знаменитый астроном де-Вико и иезуит граф Пиорчани, обладали глубокими познаниями. Секки особенно высоко ставит последнего, который по своим теоретическим взглядам стоял гораздо выше своих современников. Уже в 1830 году он высказал



Секки.

предположение относительно существования наполняющего все мировое пространство вещества, эфира. Колебаниями последнего он объяснял свет и теплоту. Он настойчиво защищал мнение, что свет, теплота, электричество и магнетизм суть лишь различные способы проявления и формы движения эфира. Знаменитое сочинение Грове о взаимодействии физических сил появилось уже после этого. «Но над нашей слишком рабски мыслящей страной», говорит в одном месте

Секки, «словно тяготеет какое-то проклятие: истина признается у нас лишь тогда, когда она приходит к нам из других стран. Поэтому Пиорчиани едва ли, конечно, будет признан одним из первых провозвестников этих идей».

В лице Секки сочетались три научных отрасли: он—физик, астроном и метеоролог. В этой последней области он точно также проявил творческую деятельность. В этом отношении решающую роль сыграло его знакомство с знаменитым северо-американским метеорологом и гидрографом Мори. Произошло это так. В 1846 году, по распоряжению римской республики, иезуиты были изгнаны из Рима. Генерал ордена иезуитов, Ротан, предвидя это изгнание, благоразумно принял все меры к быстрому отъезду римских членов ордена. 28 марта 1846 г. кардинал Кастракане явился в помещение ордена и приказал временно закрыть римское отделение. Менее, чем через два дня, все иезуитские дома в Риме опустели.

Секки сперва был послан в Англию. Но отнюдь не с целью «искать себе приюта на чужбине и жить там в нищете», как жалуются Респиги и Поль. Напротив, изгнанные из Рима иезуиты не знали никакой материальной нужды. Они отправились туда, где к их услугам были богатые дома ордена, и где они могли пользоваться такими же правами, как и в Риме. Этого нельзя упускать из виду!

В числе изгнанных был также де Вико. Первоначально он встретил радушный прием в Париже у первых ученых знаменитостей этого города, Араго и Био. Этот последний проявил особенно живое участие к слабому, живущему одной только своей наукой астроному. Через несколько лет Вико умер в Лондоне.

Секки прибыл с несколькими товарищами в Англию и отправился в Стонихерст, где иезуиты имели один из богатейших домов. Отсюда он был послан в Джоржтоун близ Вашингтона, где находилась иезу-

итская школа и небольшая обсерватория. Вместе с двадцатью другими иезуитами, среди которых был его учитель Пиорчани, он выехал 24 октября 1848 года из Ливерпуля в Северную Америку, куда благополучно прибыл 19 ноября.

«Полный бодрости и энергии», так описывает путешествие астроном Каччиаторе, «Секки переплыл океан, радуясь тому, что теперь он всецело может посвятить себя любимым занятиям». Когда он высадился на американский берег его душа стала необъятной, подобно необъятным степям этой страны. С этого мгновения для него существовала только одна цель: познать чудеса природы, исследовать неизмеримость мирового пространства и изучить части вселенной. В Джоржтоуне Секки познакомился с употреблением астрономических инструментов. Но он оставался здесь недолго. Скоро народное восстание в Риме было подавлено, и старый порядок был снова восстановлен. Иезуиты снова вернулись в Рим. В том числе был Секки и его товарищи. Согласно с желанием умирающего де Вико, он был назначен директором обсерватории и профессором астрономии в римской коллегии. Его деятельность здесь началась в 1850 году. Новый директор обсерватории был совершенно неизвестен в ученом мире. Де Вико стоял очень высоко и как исследователь, и как человек. Многие сильно сомневались в том, чтобы Секки мог быть достойным его преемником. Но прошло немного лет, и слава Римской обсерватории возросла еще более.

При вступлении Секки в обсерваторию римской коллегии, последняя находилась в очень незавидном состоянии. Главным инструментом служил семидюймовый рефрактор Кошуа. Именно этой трубой пользовался де Вико для своих тонких наблюдений. Поэтому она считалась прекрасным инструментом. Между тем это была посредственная труба. Прекрасные результаты она давала лишь благодаря роскошному

римскому небу и искусству наблюдателя. При таких условиях Секки пришлось изучать солнце и яркие планеты, а также свет и окраску звезд. Но он совершенно не мог заниматься определением положения звезд. Между тем в то время это не без основания считалось самой важной работой астронома.

«В то время», говорил впоследствии Секки, «многие утверждали, что в римской коллегии занимаются совсем не астрономией, а только физикой. У нас оспаривали даже право называться астрономами. Словно Галилей и оба Гершеля, жизнь которых протекла в занятиях астрономией, не были астрономами. Но со временем все изменилось. Мы с полным правом можем, сказать, что наш пример склонил к тому же и других: в настоящее время за границей возникли обсерватории для исключительного изучения физических свойств небесных тел. Физика звезд в то время находилась еще в младенческом состоянии. Прошло 25 лет, как над этими вопросами стала работать наша обсерватория. И эта новая отрасль астрономии достигла большого развития».

Секки работал успешно с теми скромными средствами, какие первоначально имелись в его распоряжении. Во время солнечного затмения 1851 года он исследовал с помощью термо-электрического прибора силу солнечных лучей в середине и на краю солнечного диска. Он нашел, что в центре они обладают значительно большей силой, нежели на краю. Это одинаково относится как к световым, так и к химическим и тепловым лучам. Это открытие свидетельствует о существовании плотной солнечной атмосферы. Оно вызвало тогда большое удивление, так как Араго пришел к противоположному выводу. Но впоследствии оказалось, что Секки был прав. Это доказали в особенности прекрасные исследования Фогеля на астрофизической обсерватории в Потсдаме.

Мы уже говорили, что в распоряжении Секки имелись лишь очень ограниченные средства. Ему очень

хотелось привести обсерваторию в такое состояние, которое более соответствовало бы современным требованиям. Он сумел благодаря своей энергии вызвать интерес к астрономии у некоторых братьев иезуитского ордена, принадлежавших к богатым фамилиям. Секки удалось склонить их к крупным денежным пожертвованиям. На эти деньги он устроил новую обсерваторию. «Самым подходящим местом для устройства этой обсерватории», так рассказывает его биограф Поле, «была площадка на крыше церкви св. Игнатия, находившейся при римской коллегии. Это прочное здание обеспечивало очень большую устойчивость для всех инструментов, даже для самых тяжелых и наиболее чувствительных. Строители церкви намеревались первоначально вывести большой купол в 80 метров вышиной и 17 метров в поперечнике. Но план этот не был приведен в исполнение. Такая тяжесть требует, конечно, соответствующей толщины и прочности фундамента и стен. Так что лучшего места для обсерватории и нельзя было желать».

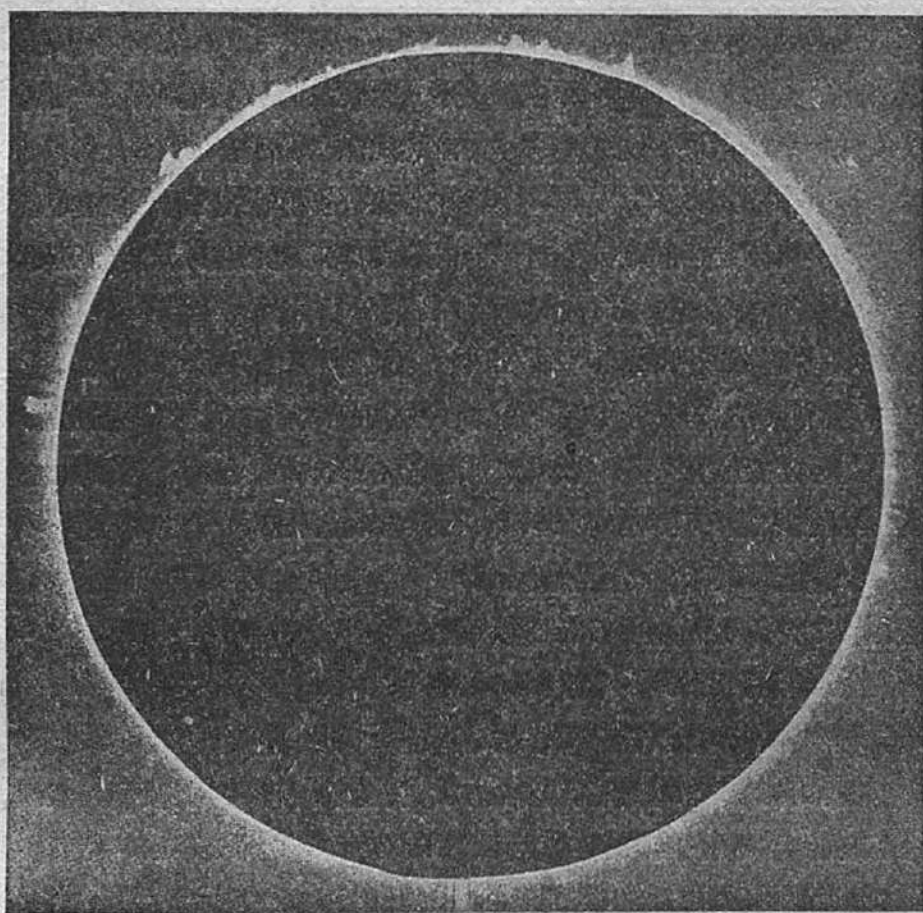
Главный помощник Секки, патер Роза, принадлежавший к дворянскому роду Роза Антонизи, дал деньги на приобретение современной большой трубы для новой обсерватории. Мерц, преемник Фраунгофера, в свою очередь, пришел на помощь Секки. Он прислал в Рим трубу, стоившую почти вдвое больше того, что ему заплатили. Это был рефрактор с 9-дюймовым отверстием, по силе и другим своим качествам совершенно одинаковый с дерптским. Роскошный инструмент был поставлен в большой, подвижной купол, вышиной в $7\frac{1}{4}$ метра. Старый семидюймовый рефрактор Кошуа был поставлен во второй, меньший, купол. Он предназначался теперь, главным образом, для изучения физических свойств солнца. Для таких наблюдений купол обтягивался темным сукном, так что один только объектив мог свободно смотреть на солнце. Внутри темного пространства купола получалось на листе бумаги светлое изображение солнца, кото-

рое достигало 9 дюймов в поперечнике. Таким образом, Секки, начиная с 1857 года, до самой своей смерти вел подробную запись всем ежедневно наблюдавшимся на солнце явлениям. Наряду с этим, он пользовался для более тонких наблюдений над солнцем большим мерцеским рефрактором. Прямое наблюдение над солнцем он производил при помощи приспособленных для этого дымчатых стекол, так называемого, гелиоскопического окуляра.

Секки пришел к важным выводам относительно строения и природы солнца. Он изложил все это в большом сочинении «Солнце». Книга эта затем была переведена на многие языки. По его мнению, солнце представляет тело такой высокой температуры, что в сравнении с нею всякая искусственно созданная нами температура кажется ничтожной. Весь громадный солнечный шар представляет собою необычайно раскаленную массу, наружные части которой образуют светящуюся *фотосферу*. Над ней простирается также раскаленная атмосфера. Нижний слой этой последней состоит из раскаленных паров металлов, смешанных с большими массами раскаленного водорода. Эти водородные пары простираются над слоем, состоящим из паров металлов, вероятно, на 1500 миль. Они наблюдаются на краю солнца в виде узкого слоя, получившего название *хромосферы*.

Солнечная атмосфера может быть видна с земли во время солнечного затмения, когда луна закрывает светящийся солнечный диск. Тогда атмосфера солнца представляется в виде сияющего венка лучей, который называется *короной*. Внутри самого солнца беспрестанно происходят величественные бурные движения раскаленных газов. В фотосфере наблюдаются настоящие взрывы и извержения, раскаленные пары металлов и массы водорода выбрасываются из глубины солнца на высоту многих тысяч миль. Они видны бывают на краю солнца в виде пламени или снопов. Эти последние называются *протуберанцами*.

Раньше их можно было видеть лишь в редкие мгновения полного солнечного затмения, когда луна закрывает весь солнечный диск. Но с изобретением и усовершенствованием спектрального анализа мы можем всегда наблюдать протуберанцы, раз только светит солнце. Самые высокие протуберанцы состоят из раскаленного водорода. Но часто можно видеть также более низкие протуберанцы: они поднимаются в



Солнечная хромосфера и протуберанцы.

По фотографии Хэля.

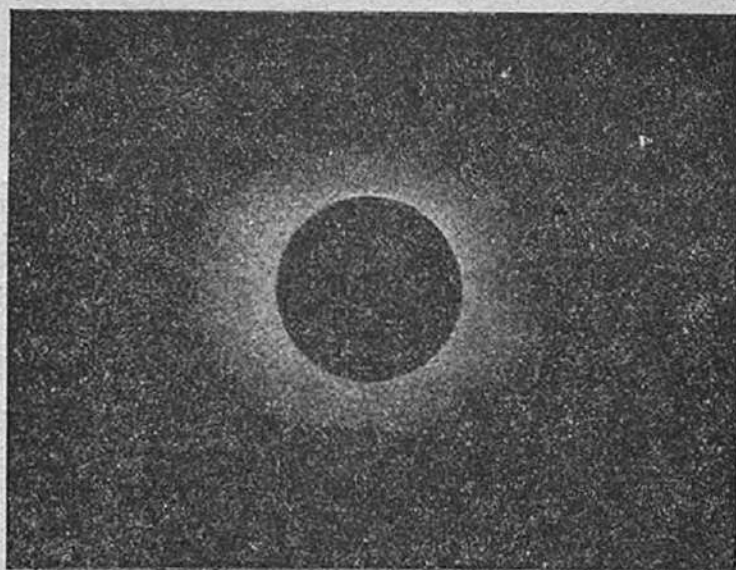
виде фонтана и, описывая дугу, снова опускаются на солнце. Они состоят из раскаленных паров натрия, магния, железа, калия и других металлов. По мнению Секки, в тесной связи с ними стоят солнечные пятна. Последние, как он думает, образуются громадными массами тяжелых паров. Эти пары вырываются из глубины солнца, затем падают на его поверхность и образуют углубление, которые кажутся наполненными темной массой.

Одно время Секки занимался исследованием двойных звезд. Но вскоре он снова вернулся к своим физическим наблюдениям. Он особенно внимательно исследовал поверхность Марса. Секки составил карты Марса, показывающие распределение воды и суши на этой планете. Секки исследовал также некоторые части луны и дал прекрасное описание огромного лунного кратера и его окрестностей. Этот кольцеобразный лунный кратер получил название «Коперник». Секки нарисовал также большую туманность Ориона и некоторые другие туманности. Он нашел много новых туманностей, которых не заметили Гершель и его преемники. Но все это составляет лишь незначительную часть его работ, посвященных, главным образом, наблюдениям над неподвижными звездами с помощью спектроскопа.

Лишь только изобретен был спектральный анализ, как Секки стал им пользоваться для исследования неба. Замечательнейшие и совершенно неожиданные открытия следовали одно за другим. Уже в 1867 году он исследовал спектры 500 неподвижных звезд и обработал богатый материал.

Он выяснил при этом, что как бы ни было велико число неподвижных звезд, и как бы ни различались они своим расстоянием от земли, но по своим физико-химическим свойствам они, все же, могут быть сведены к немногим основным типам. Таким образом, в царстве неподвижных звезд мы не встречаем всех возможных типических соединений. Напротив, все звезды по своему строению образуют лишь несколько классов или групп. Сперва Секки различал три таких класса, а затем четыре. К первому классу принадлежит большинство звезд, между прочим, также и самая яркая звезда на нашем небосклоне, Сириус. Этот класс дает спектр с большим числом тонких, черных линий, в особенности таких, которые дает водород. Следовательно, эти звезды имеют раскаленную атмосферу, в которой водород играет главную роль. Не подлежит

сомнению, что эти звезды обладают самой высокой температурой, какую только мы вообще находим в настоящее время в небесных телах. Звезды второго класса дают спектры, показывающие темные линии преимущественно в красной и голубой части. К этим звездам принадлежит наше солнце. Звезды третьей группы отличаются от предыдущих тем, что в их



Корона солнца,
во время затмения 8 августа 1914 года.

спектрах имеются широкие оттененные полосы. Некоторые спектры представляют собой как бы ряд круглых, освещенных сбоку колонн. Сюда принадлежат, главным образом, красноватые звезды. Они, по видимому, окружены очень плотными атмосферами, сильно поглощающими свет. Звезд четвертого класса очень мало. Секки нашел их всего лишь несколько штук, после того, как он в течение нескольких лет со спектроскопом исследовал небо. Эти звезды дают спектр, состоящий из трех светлых полос, разделенных темными промежутками.

Очень вероятно, что эти различные типичные спектры представляют собой различные ступени в развитии звезд. Гершель определял когда-то степень развития туманных пятен по их различной форме. Степень раз-

вития звездных куч он определял по более или менее правильному их распределению и по степени их скученности. Подобным же образом современная спектроскопия судит о ступени развития небесных тел по состоянию спектров отдельных звезд. Ниже я коснусь еще подробно этого вопроса. А теперь снова вернемся к исследованиям Секки.

Последний пользовался спектроскопом также и при наблюдениях над планетами. Он нашел, что в атмосфере Марса, как и в нашей воздушной оболочке, имеются водяные пары. Но на Юпитере, Сатурне, Уране и Нептуне существуют совершенно другие условия. Из этих спектроскопических исследований можно сделать такой вероятный вывод: эти большие планеты до настоящего времени сохранили еще в значительной степени то состояние раскаленности, какое было им свойственно при их возникновении. Известно, что первоначально и наша земля находилась в расплавленном состоянии. Но она давно уже остыла с поверхности. Мы должны, следовательно, предположить, что на Юпитере и Сатурне это охлаждение еще не наступило, так как эти планеты гораздо больше нашей земли.

Здесь не место говорить о важных работах Секки по физике земли, об его исследованиях над атмосферным электричеством, над магнитными и метеорологическими явлениями. Он интересует нас теперь только как астроном. Следует упомянуть еще о том, что Секки сделал уже все приготовления к градусному измерению средней Италии. Но уничтожение папской области помешало выполнению этой работы. В то время это обстоятельство создало для нашего астронома, который был совершенно чужд политической жизни и работал только на своей обсерватории, целый ряд личных неприятностей. Такое положение вещей продолжалось вплоть до самой его смерти. Это было, конечно, неизбежно при тогдашних условиях.

Правительство Италии после основания Итальянского королевства наложило запрещение на обсерваторию римской коллегии. От Секки потребовали признания новой власти. Само собой разумеется, что член иезуитского ордена не мог этого сделать. Ему угрожало поэтому удаление с обсерватории. Еще раньше этого в таком же положении оказался астроном Араго в Париже, когда он отказался присягнуть Наполеону III. Но, в конце-концов, оба астронома остались на своих обсерваториях. Обсерватория римской коллегии продолжала оставаться папской.

Между тем силы Секки уменьшались, его зрение стало слабеть. Большое напряжение стало для него уже не по силам. В 1877 году врачи посоветовали ему переменить климат. Он последовал этому совету. Но улучшения не было. Секки вернулся в Рим, чтобы хотя последние дни своей жизни провести на своей обсерватории. «Я еще живо представляю его себе», пишет ван Трихт, «вот он в последний раз, шатаясь, взбирается на лестницу, которая ведет к обсерватории. Вот он плетется из одного зала в другой и перебирает все свои инструменты. Вот он с особенной любовью прикасается к своему большому телескопу, который он с необычайной трогательностью любил называть: «мой мерцевский экваториал». Я вижу, наконец, как он в последний раз трогательно прощается со всеми этими предметами». Болезнь его оказалась язвой желудка, которая грозила перейти в рак. Спасения уже не было. 26 февраля 1878 года Секки в последний раз увидал восход солнца. Спустя час после захода, около 7 часов вечера, его не стало: он кончил свой земной путь... Спустя два дня его прах мирно был предан земле на кладбище св. Лоренцо, в иезуитском склепе. Во втором ряду могил, налево, от входа, число XXXVIII указывает здесь то место, где покоится прах исследователя солнечного и звездного света.

По открытому Секки пути его последователи про-

должали идти вперед с поразительным успехом. Новые усовершенствованные инструменты раскрыли глубины мирового пространства, и ныне астрофизика образует самостоятельную и важную отрасль исследования неба. Обладая громадными финансовыми ресурсами, Америка сумела достигнуть в это время значительных успехов в этой области.

XIII.

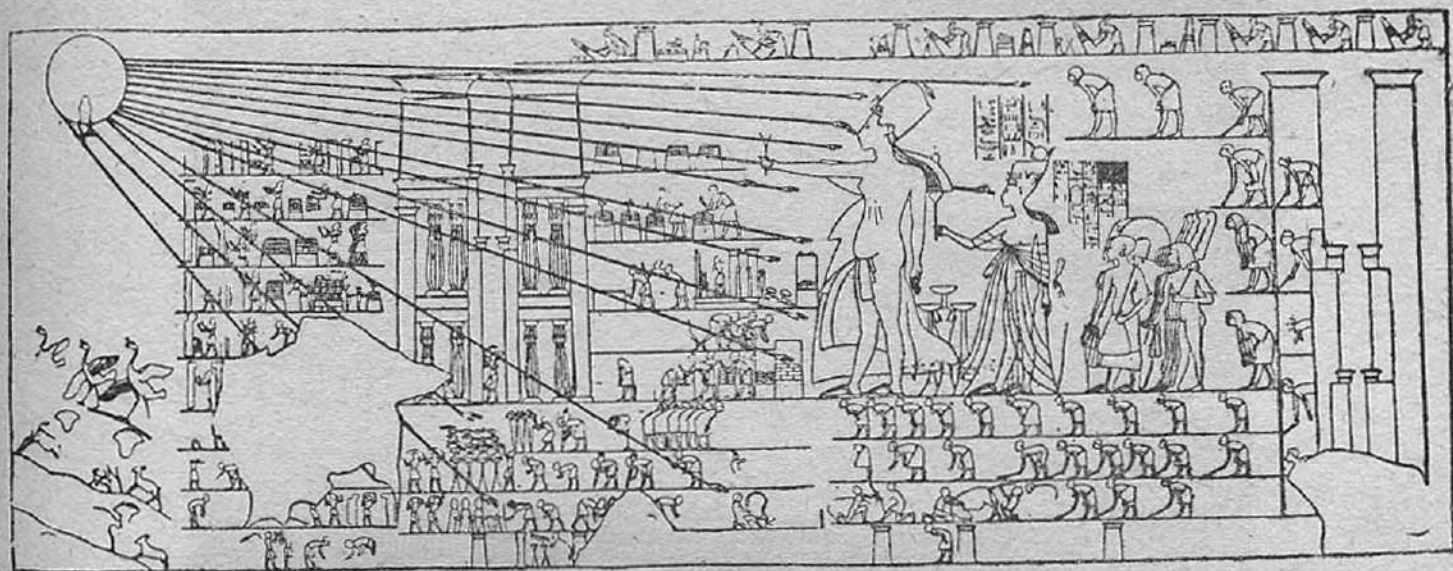
Солнце.

Солнце.—Значение солнечного света и тепла для жизни на земной поверхности.—Измерение солнечной энергии.—Происхождение и продолжительность существования солнечного света и теплоты.—Кант и Лаплас.—Нынешнее состояние солнечного шара.

Спросите любого человека, какое небесное светило является самым важным для нас, людей,—и вы, наверное, услышите в ответ: солнце. Это совершенно верно, и притом в гораздо большей степени, нежели об этом свидетельствует простое наблюдение и наш повседневный опыт. Никто не станет отрицать, что солнце самое важное для нас небесное светило. Оно дает нам свет и тепло. Где лучи его падают на землю почти отвесно, там органическая жизнь достигает высшей степени развития. А близ полюсов, где царит ночь и холод, немыслима никакая высокая человеческая культура. Солнце едва-едва поднимается здесь над горизонтом. После долгого тусклого дня здесь настает мрак, длящийся целые месяцы, со всеми ужасами полярной зимы. Всякий легко может понять это важное значение солнечного света и тепла. Но современная наука доказывает еще большее. Можно даже сказать, что до настоящего времени люди едва ли имели правильное представление о том, в какой степени зависят они от солнца или, вернее, от теплоты, какую оно дает. Самые главные источники силы или

энергии на земле получаются от солнца. Они приходят к нам вместе с его тепловыми лучами. Наряду с этим, имеются сравнительно незначительные источники энергии для земли, именно ее вращение, ее внутренняя теплота и химическое сродство.

Солнечная теплота дает жизнь растениям. Именно она хранится в глубине земли в пластах каменного угля, который служит нам для отопления наших машин и жилищ. Газовый свет, освещающий наши жилища и улицы в долгие зимние вечера; яркий



Поклонение солнцу в Египте. Каждый луч солнца заканчивается рукою.

электрический свет, находящий себе все большее и большее применение: этими источниками света и тепла мы обязаны, в последнем счете, той силе, которая пришла к нам на землю вместе с солнечными лучами и хранится здесь.

Приливы и отливы образуют огромный источник энергии. Они вызываются, главным образом, действием луны: она притягивает воды наших океанов. Мы имеем здесь, следовательно, большой источник энергии, который не зависит непосредственно от солнца. Но, с другой стороны, именно солнечная теплота обуславливает жидкое состояние воды: без солнечных тепловых лучей не было бы жидкой воды, а был бы один лишь твердый лед. Таким образом, все

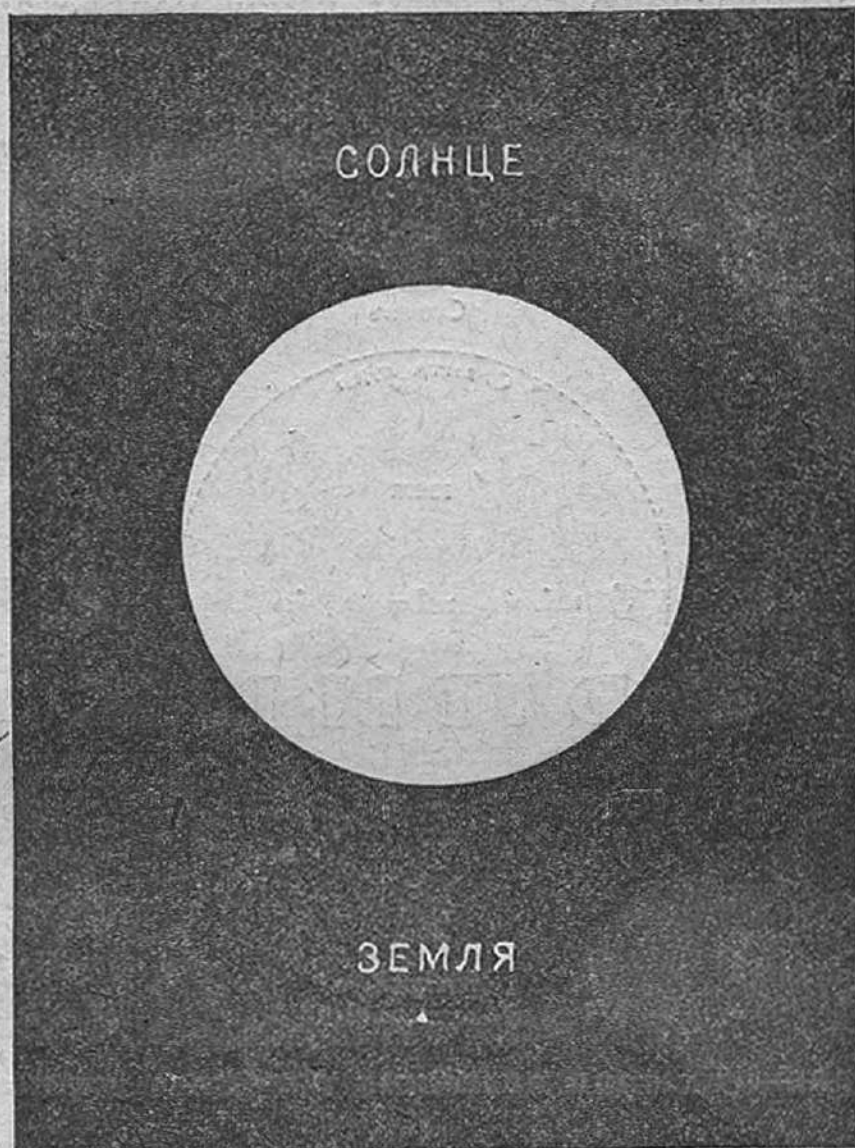
движения на земле происходят за счет одной и той же энергии. Она явилась на землю вместе с солнечными лучами. Она скоро исчезла бы, если бы лучи солнца не изливали непрерывно на бессильную землю новой



Образование планет по теории Канта-Лапласа.

энергии. Подумайте только, как необъятно велика затрата сил на земле! Всюду, на каждом шагу, мы встречаем здесь движение: движутся люди, животные,

машины и т. д. А ведь всякое движение требует затраты силы. И невольно мелькает мысль, что солнечных лучей может не хватить для покрытия этой затраты сил. И, действительно, такое мнение высказывалось. Но оно совершенно ложно. Вся эта затрата механической энергии как организмами, так

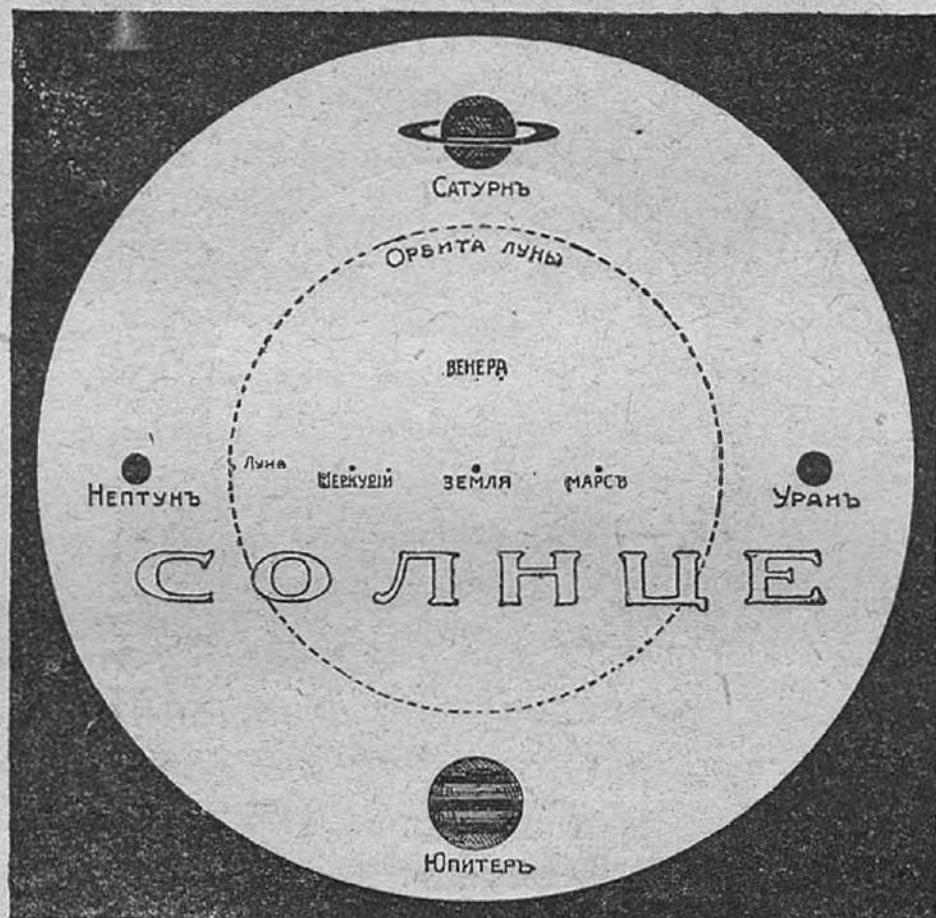


Сравнительная величина солнца и земли.

и нашими машинами настолько незначительна в сравнении со всей тратой сил на земле, что ее можно считать ничтожно малой.

Профессор Рейе вычислил, что сильный ураган, свирепствовавший от 5 до 7 октября 1844 г. близ острова Кубы, в течение трех дней выполнил работу почти в 500 миллионов лошадиных сил. И работа эта пошла только на движение воздуха, притекавшего

к центру урагана. Эта механическая работа, вероятно, больше той, какую в такое же время производят все наши ветряные, водяные мельницы, паровые машины, люди и животные на всем земном шаре. А механическая сила этого урагана имела своим источником одну лишь солнечную теплоту. Она составляет ничтожно малую долю той силы, какая непрестанно тре-



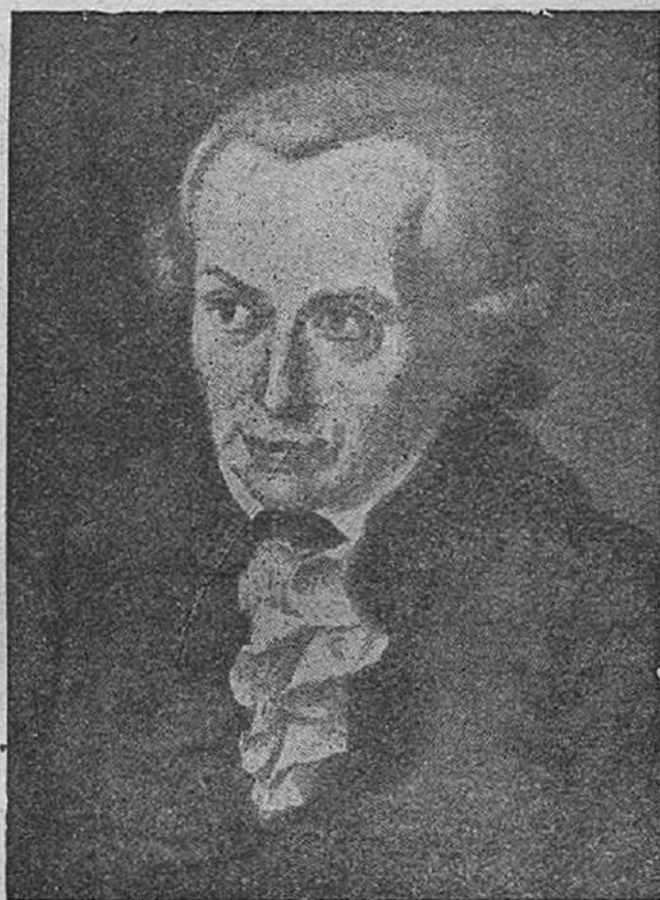
Сравнительная величина солнца и планет.

буется для испарения воды, для того, чтобы она снова достигала моря в виде ручьев, рек и потоков. Она ничтожно мала в сравнении с той огромной силой, какая затрачивается при движении вод в океанах.

Таким образом, энергия, получаемая землей в виде тепловых лучей, должна быть необычайно велика.

Солнце, которое удалено от нас на 149,5 миллионов километров дает земле столько теплоты, что при отвесном падении его лучей оно в минуту может нагреть на каждом квадратном сантиметре земной

поверхности 1 грамм воды до $2\frac{1}{4}$ градусов. Величина эта найдена путем тщательных измерений при помощи очень точных приборов. На первый взгляд это количество теплоты отнюдь не кажется большим. В действительности же, оно необычайно велико. Если вычислить годовое количество этой теплоты, то его было бы достаточно, чтобы расплавить слой льда толщиной около 40 метров, который покрывал бы всю



Иммануил Кант.

земную поверхность. Но это вычисление носит лишь общий характер и служит для того, чтобы дать наглядное представление. Для отдельных поясов земли этот результат должен быть соответственно изменен. А ведь это громадное количество энергии представляет лишь ничтожную долю всей теплоты, какую солнце непрерывно посылает в мировое пространство. Путем простого вычисления нашли, что та часть теплоты, которую получает земля, в 2.200 миллионов раз меньше всей теплоты, вообще излучаемой солн-

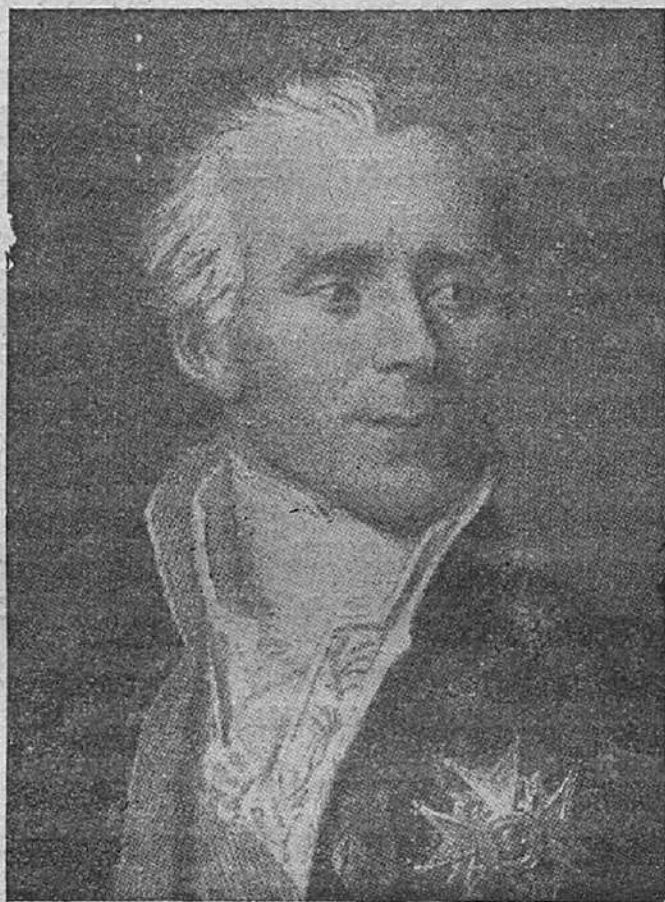
цем. Если бы, следовательно, весь солнечный шар, объем которого в 1.305.000 раз больше объема земного шара, сплошь состоял из одного каменного угля, то его сгорание было бы достаточно лишь для покры-



Поклонение солнцу в Вавилоне.

тия той теплоты, какую солнце излучает в течение 21.000 лет. Никто не может, однако, сомневаться в том, что солнце существует больше 21.000 лет. Оно существует, несомненно, в 100, в 1.000 раз дольше этого. С самого начала человеческой истории нельзя

отметить никакого заметного уменьшения солнечной теплоты. Отсюда мы должны сделать вывод, что условия этого продолжительного и громадного излучения тепла носят совершенно своеобразный характер. Тут должен существовать какой-либо источник, который покрывает потерю тепла солнцем. Насколько, по крайней мере, об этом можно судить с точки зрения человеческого опыта.



Пьер Симон Лаплас.

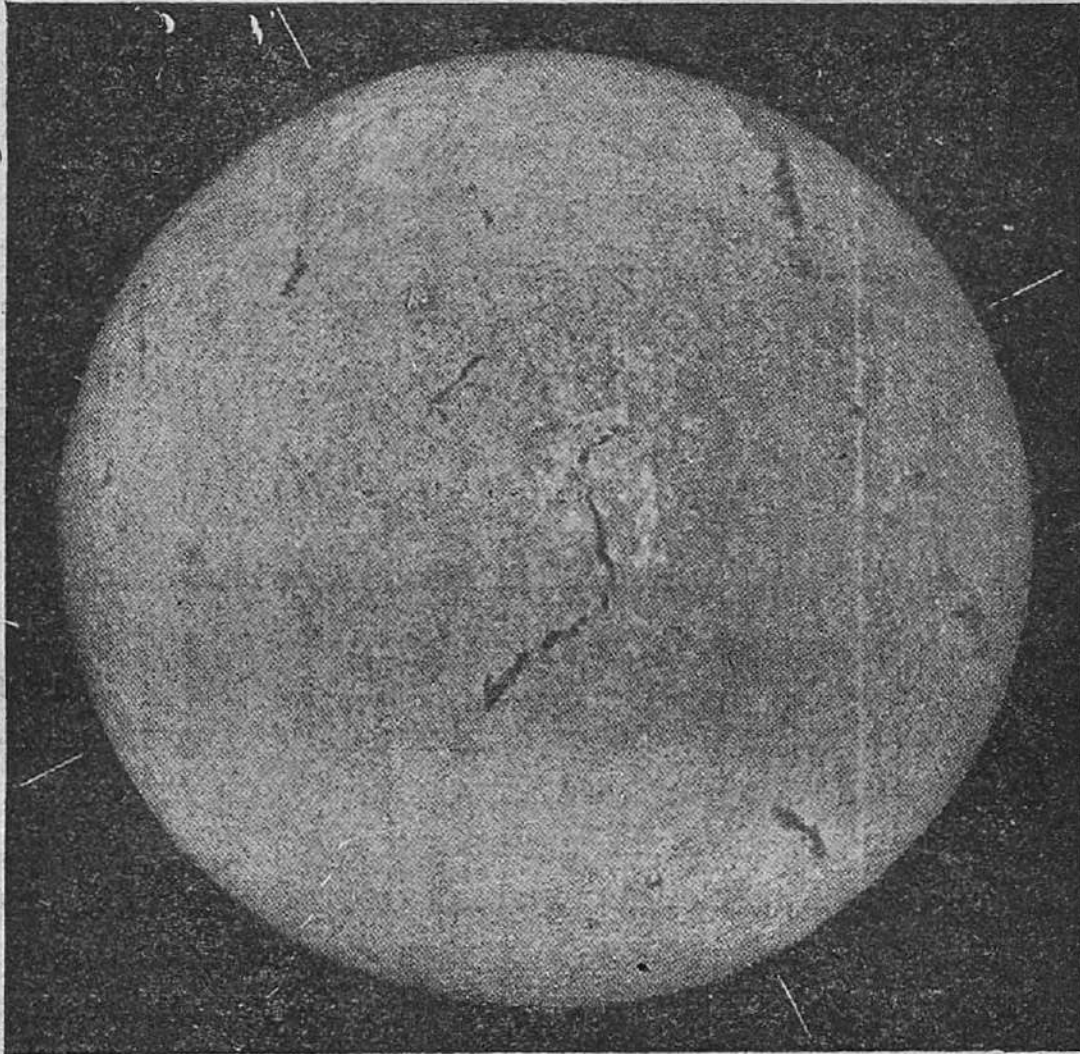
Или, быть может, этот запас энергии вообще неистошим и постоянно возобновляется? Но с этим едва ли можно согласиться. Ничто не является неистошимым. Самые большие запасы энергии должны когда-нибудь иссякнуть. Излучение света и тепла нашим солнцем имеет начало, оно и не будет длиться вечно. Было некогда время, когда наше солнце не находилось еще в своем теперешнем состоянии. Оно не давало тогда ни света, ни тепла. Настанет некогда время, когда солнца уже не будет больше.

Постараемся выяснить вопрос о начале и конце солнечной деятельности. В этом отношении крайне важно исследовать, что вообще служит источником солнечной теплоты, откуда, из какого источника берутся запасы энергии громадного солнечного шара, которых хватает ему на неисчислимые времена? Чрезвычайно трудно ответить на этот вопрос. До *Роберта Майера* никто не ставил даже этого вопроса. Имя этого гениального человека навсегда останется связанным с законом сохранения энергии. Он впервые убедительно показал, что поток солнечной энергии, изливающийся на землю, и есть та постоянная причина, от которой зависит вся земная жизнь и деятельность. Этот тонкий мыслитель во время своих глубоких исследований пришел к убеждению, что потеря солнцем тепла благодаря постоянному лучеиспусканию покрывается тем или иным способом.

Таким источником тепла он считал постоянное падение на солнце метеоров. Метеоры—это падающие звезды, принимающие иногда форму огненных шаров. Они носятся вокруг солнца или движутся по направлению к нему со всех концов мирового пространства. Число их чрезвычайно велико. Оно, наверное, включает в себе безграничное множество миллиардов отдельных телец. Бесчисленное множество метеоров падает на солнце. Путем вычисления можно доказать, что благодаря огромной скорости их падения развивается необычайно высокая температура. Она, по меньшей мере, в 4.000 раз выше той, какая получается при сгорании такого же количества лучшего каменного угля. Горючи ли вещества, падающие на солнце, или нет, это не играет никакой роли. Их сгорание само по себе не повысило бы значительно той невероятно высокой температуры, которая порождается их падением на солнце.

Предположения *Мейера* обладают, несомненно, некоторой степенью вероятности. На солнце, несомненно, падает ежедневно бесчисленное множество метеоров.

При своем падении они развивают огромное количество теплоты. Однако, можно доказать, что этого недостаточно еще для покрытия потери тепла, протекающей благодаря лучеиспусканию. Ведь в таком случае метеоры должны были бы находиться в громадном количестве также и близ земной орбиты.



Фотография солнца в лучах водорода.

На снимке бросаются в глаза длинные темные „волокна“—это протуберанцы, снятые в проекции на солнечный диск.

Падая на землю, они должны были бы и ее согревать в очень значительной степени. А этого ни в каком случае нельзя доказать.

Лучшее объяснение дает, напротив, теория Гельмгольца в связи с гипотезой об образовании солнечной системы, но этим еще не сказано последнее слово. Солнце возникло многие миллионы

лет тому назад из туманной массы, от которой произошли и планеты. Остаток, находившийся в центре планетной системы, превратился в шар. Его масса, благодаря сжатию, приобрела очень высокую температуру. Этот жар непрерывно излучался в мировое пространство. Одновременно с тем сжималось центральное туманное ядро. Наконец, оно получило форму нашего солнца. Процесс лучеиспускания и сжатия продолжается еще и в настоящее время. Сжатие или уплотнение вещества солнца порождает новую теплоту и покрывает потерю тепла, проистекающую от лучеиспускания. Гельмгольц вычислил, что сжатие солнца на 0.0001 его диаметра может покрыть потерю тепла за 6000 лет. Но такое уменьшение солнечного диаметра так незначительно, что даже через тысячи лет оно не может быть замечено нами при самых точных, возможных в настоящее время, измерениях. Но все это справедливо лишь для нынешней ступени развития солнца, а не для самого раннего времени, а также не для очень отдаленного будущего.

Солнце представляет собой газовый шар. Он находится в состоянии безразличного (естественного) равновесия и сжимается благодаря лучеиспусканию. Поэтому солнце должно первоначально обнаруживать такое повышение температуры, которое с избытком покрывает потерю тепла от излучения. Это впервые доказал аахенский физик, д-р *Риттер*. Лишь начиная с известного момента, перевес переходит на сторону лучеиспускания, и тогда температура газового шара постоянно падает. Этот момент, очевидно, уже наступил для солнца. Время, когда оно обладало наиболее высокой температурой, уже миновало. Но это было не так давно, и возникающее благодаря сжатию повышение температуры в состоянии еще почти уравновесить падение температуры, возникающее благодаря лучеиспусканию.

XIV.

С о л н ц е.

Температура солнца.—Результаты спектрального анализа.—Солнечные пятна и солнечные факелы.—Хромосфера и протуберанцы.—Периодичность пятен.—Влияние на метеорологические явления на земной поверхности.—Конец солнечной теплоты.

В прологе к Фаусту великий поэт влагает в уста архангела Рафаила такие слова:

„Звуча в гармонии вселенной
И в хоре сфер гремя, как гром,
Златое солнце неизменно
Течет предписанным путем“.

В этих стихах Гёте дает в поэтической форме очень верную картину действительности. То же самое рисуют нам новейшие исследования. Солнце не царство мира. Оно—необъятное поле ужаснейшей борьбы огненных сил. Этот грозный огненный шар мчится среди мирового пространства. Он дает и питает жизнь на нашей земле только потому, что 20 миллионов миль отделяют нас от него. Громадное расстояние! И, все же, солнце дает нам так много теплоты, что в экваториальных странах, местами, отвесные солнечные лучи бывают почти смертельны для человека. Как же ужасен должен быть жар на более близком расстоянии! Какая температура должна быть на его поверхности!

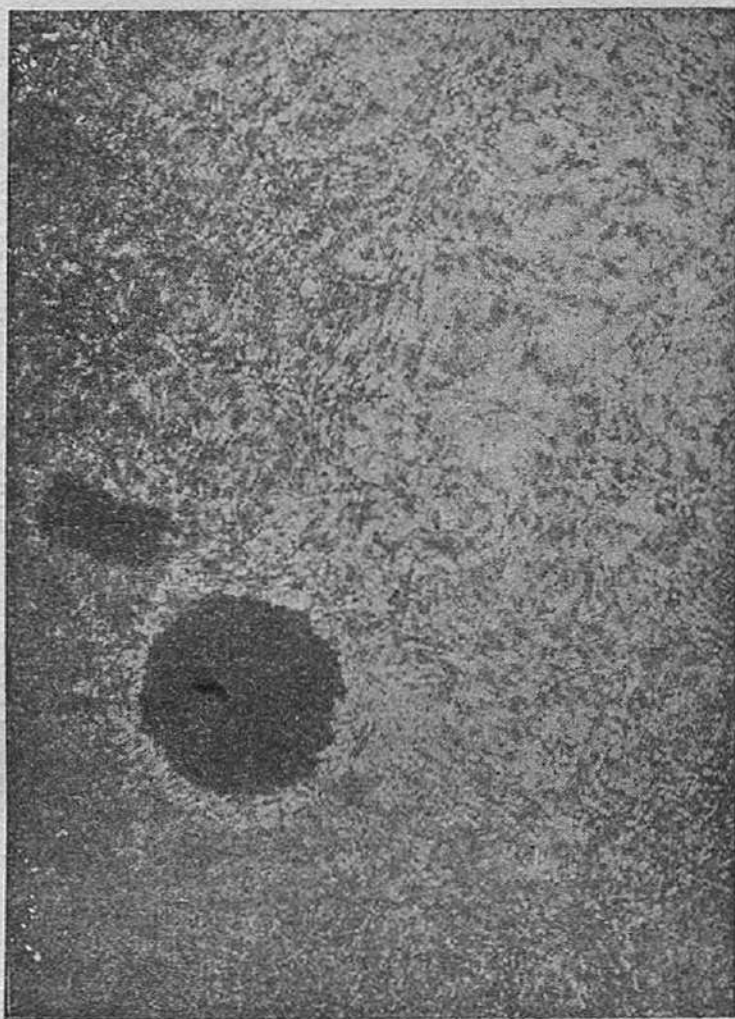
Проф. *Церасский* сделал несколько опытов, которые могут дать представление о невероятно высокой температуре на солнце. Он воспользовался для этого очень сильным зажигательным зеркалом. Его поперечник и фокусное расстояние имели в отдельности по одному метру. При помощи этого зеркала солнечные лучи были собраны на небольшом фокусном пространстве. Таким образом, здесь была получена

ужасно высокая температура. В фокусе зеркала были положены небольшие кусочки всех имевшихся в минералогическом кабинете московского университета металлов и минералов. *Все они без исключения почти тотчас же расплавились.* Проф. Церасский вычислил, что температура в фокусе должна была достигать, по крайней мере, 3.500° . Отсюда следует, что температура на самой поверхности солнца должна быть значительно выше. Ведь иначе было бы невозможно получить такую температуру в фокусе зеркала. Но этим способом нельзя определить, насколько солнечная температура выше температуры в фокусе зеркала. Чтобы получить какую-нибудь исходную точку для сравнения, лучи вольтовой дуги точно также были собраны в фокусе зеркала. Результат получился изумительный. Теперь температура в фокусе зеркала не достигала даже такой высоты, чтобы расплавить серу. Другими словами, она едва ли превышала 100° . Она оказалась, следовательно, несравненно ниже температуры вольтовой дуги. Отсюда нужно сделать тот вывод, что и в опыте с солнечными лучами температура в фокусе зеркала была гораздо ниже температуры самого солнца. Лишь в последние годы профессору Люммеру в Бреславле удалось довести вольтову дугу до «эффективной» солнечной температуры в 6.000° .

Высокая температура дневного светила подтверждается также спектральным анализом. В раскаленной солнечной атмосфере температура наименее высока. И вот спектральный анализ показывает, что даже в этой части солнечного шара, жар настолько силен, что железо, натрий, магний и множество других земных элементов находятся здесь в состоянии раскаленного пара.

Мы можем судить о температуре солнца лишь по тому количеству теплоты, какое оно посылает на землю. Но для этого мы должны в точности знать закон излучения, выражающий отношение излучаемой

теплоты к температуре солнца. Кроме того, мы должны знать еще, как велика способность лучеиспускания солнца. Способность тел излучать теплоту зависит от характера тела и от состояния его поверхности. Поэтому два тела одинаковой температуры могут давать очень различное количество тепла. Но мы не



Вид поверхности солнца: гранулы, пары и пятна.

По фотографии Жансена.

знаем в точности состояния солнечной фотосферы, которая излучает теплоту. Лучеиспускание может исходить от твердых или жидких, а также и от газообразных частиц, находящихся под сильным давлением. Нам неизвестно также, как изменяется способность тел излучать тепло при очень высоких температурах, которых мы не можем искусственно создать. При таких условиях мы, в лучшем случае, можем лишь определить относительную температуру темного тела,

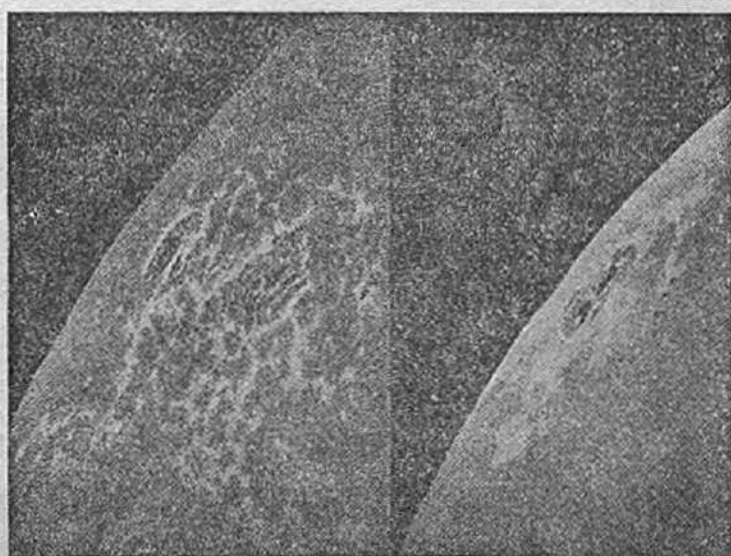
имеющего одинаковый с солнцем диаметр и обладающего одинаковым с ним излучением тепла. Эта температура называется эффективной солнечной температурой. Она достигает, приблизительно, 6.200° . Эта величина получена путем вычисления на основании ранее указанного количества излучаемого солнцем тепла на квадратный сантиметр земной поверхности. Над фотосферой солнца простирается еще громадная атмосферная оболочка. Но ее температура не столь высока. В ней задерживается часть тепловых лучей, идущих из фотосферы. Таким образом, в пространство излучается меньше теплоты, чем это соответствует температуре фотосферы. Принимая во внимание это обстоятельство, проф. Шейнер определяет эффективную солнечную температуру в 7.060° . Эту величину следует считать относительно довольно точной. Шейнер не допускает, чтобы разница могла превышать здесь 1.000° .

Внутри солнца мы должны допустить существование температур во много тысяч градусов.

Светящаяся поверхность солнца называется *фотосферой*. При наблюдении в хороший телескоп, а также на фотографических снимках солнца фотосфера отнюдь не дает нам картины равномерной яркости, а усеяна бесчисленными светлыми зернами, которые собственно и являются настоящими световыми лучами; а между ними находятся более темные места. Эта «грануляция» солнечной поверхности выступает тем яснее, чем благоприятнее условия, при которых производится наблюдение или фотографируется солнце. Фотосферу можно рассматривать, как пылающий облачный слой, плавающий в газообразном солнечном шаре и для нашего глаза представляющий границу солнечного шара. С другой стороны, проф. Шмидт в Штуттгарте доказал правдоподобие гипотезы, что резкая круговая граница солнечного диска лишь кажется таковой и объясняется преломлением лучей в газе, плотность которого все

более и более увеличивается по мере приближения к центру солнца.

Еще гораздо более поразительными, чем грануляция, представляются на солнце большие темные пятна, размеры и продолжительность существования которых подвержены очень большим колебаниям. В крупных солнечных пятнах можно различать темную главную массу, ядро, и вокруг него менее темную кайму, полутень или пенумбру. Некоторые из них превосходят своей величиной всю нашу земную



Факелы и солнечные пятна вблизи края солнца.

Правый снимок сделан сутки спустя после левого.

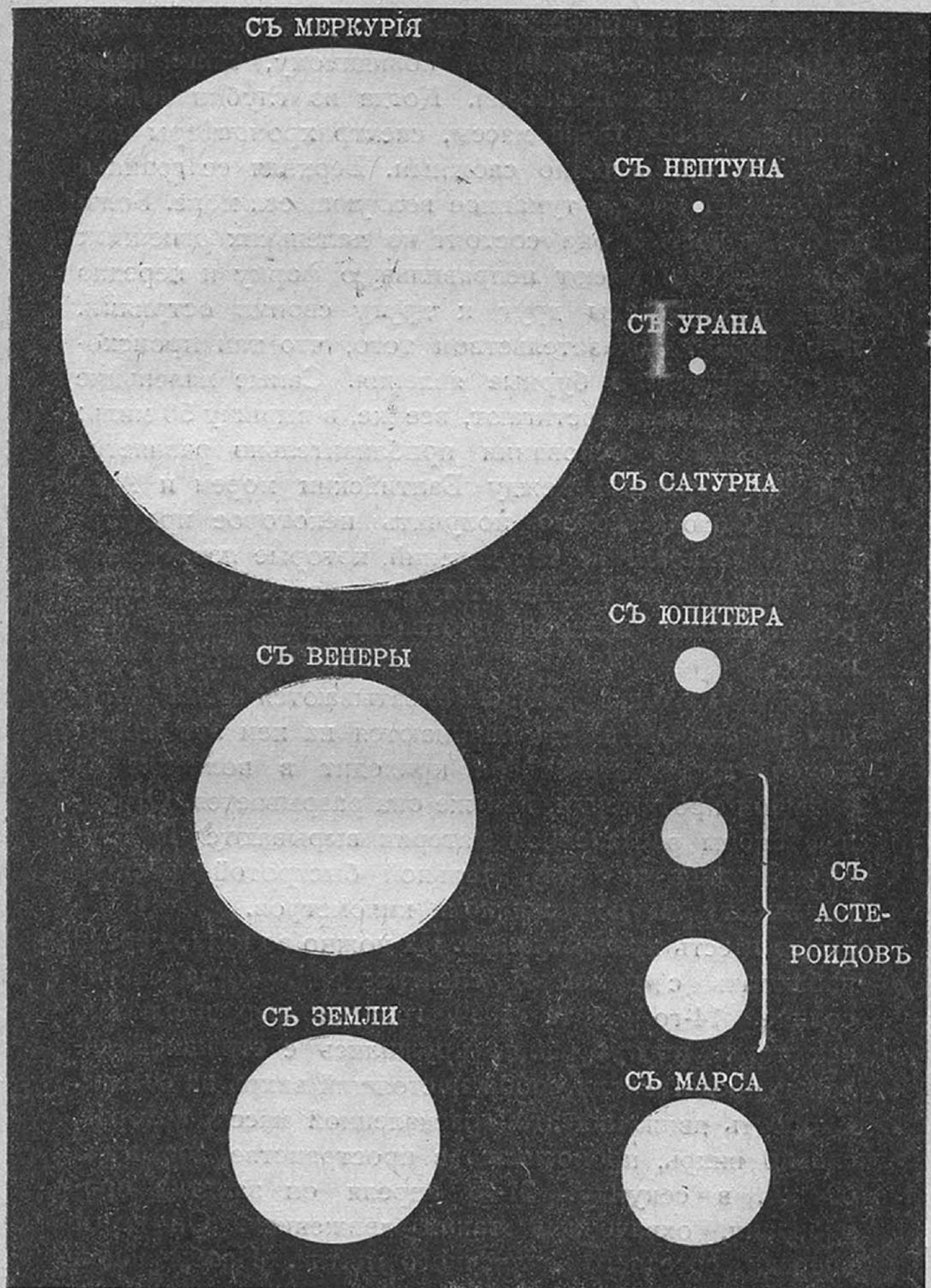
поверхность. Эти огромные массы подвержены постоянным изменениям, которые можно наблюдать с помощью телескопа. Темные массы величиною с Америку или Азию кажутся маленькими ниточками или придатками на краях больших солнечных пятен. Они то исчезают, то снова образуются, нередко в течение менее часа времени. Человеческое воображение не в состоянии представить себе таких необычайных явлений. Секки зарисовал несколько таких пятен и точно описал происходившие в них изменения и перевороты. Так, 29-го июля 1865 года он наблюдал в одном месте солнечного диска три маленьких темных точки. На следующий день они превратились

в громадное пятно. Псперечник этого пятна в четыре с половиной раза превышал диаметр земного шара. В середине этого пятна Секки видел скопление светящейся материи. Казалось, она была охвачена вихревым движением. Ее окружали многочисленные трещины. Среди этого хаоса можно было различить четыре главных центра движения. Один из них представлял зияющее отверстие, вокруг которого вихрем вращались в различные стороны огненные языки. Другая соседняя щель представляла хаос, не поддающийся никакому описанию. Между этими расщелинами заметны были скопления светящейся материи (так называемые солнечные *факелы*), которая имела вид кипящей массы. Все в этом пятне охвачено было чрезвычайно сильным, быстрым движением. Уже к вечеру пятно сохраняло свой прежний вид лишь в главных чертах. Можно было еще заметить четыре главных центра. Но теперь они были уже окружены целым венком широко раскрытых расщелин. На следующий день все пятно оказалось разорванным на два продолговатых пятна. Весь наш земной шар со всеми его океанами и материками легко поместился бы в одной из этих расщелин.

Точные изображения пятен трудно получить путем зарисовки их у телескопа, вследствие сложности форм и непрерывных изменений в них. Здесь помогла фотография. Особенно изумительны фотографические снимки солнечных пятен в большем масштабе, получение Жансеном в Медоне близ Парижа. Они дают правильное представление о картине больших групп солнечных пятен.

Непосредственно над фотосферой находится слой высотой около 1.000 км., который состоит преимущественно из раскаленного водорода. Этот слой называется *хромосферой*. В ней непрерывно происходят величественнейшие перевороты.

Хромосфера, как показывает спектроскоп, состоит преимущественно из раскаленного водорода. Но время



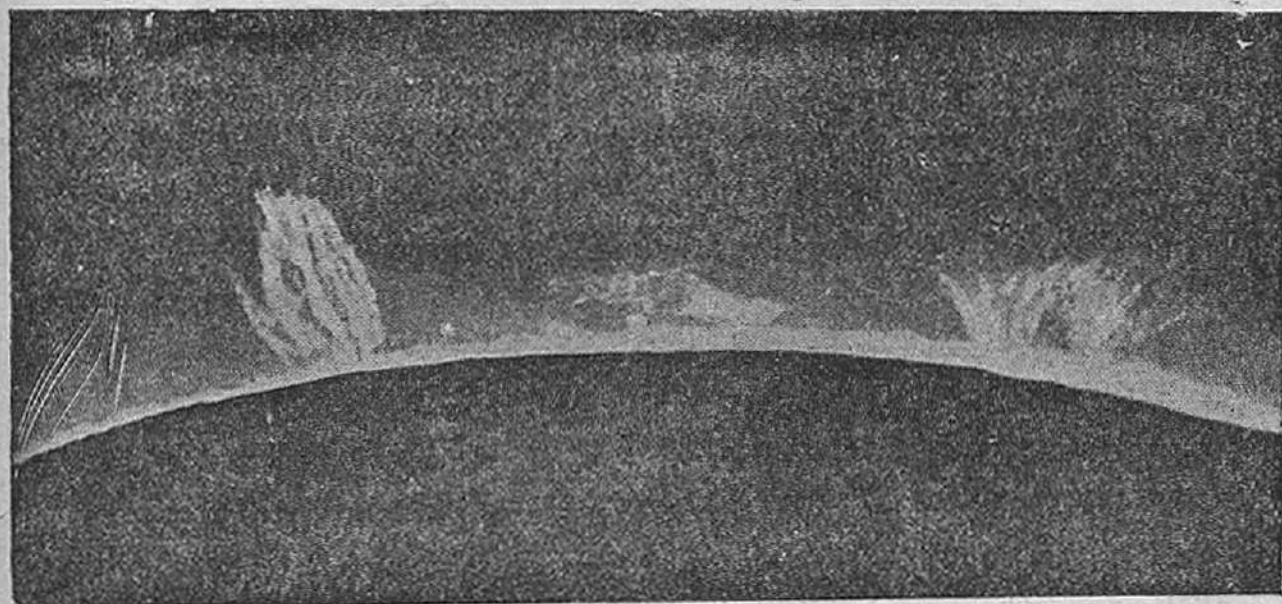
Сравнительная величина солнца как оно видно с различных планет.

от времени с солнечной поверхности выбрасываются в хромосферу с страшной, повидимому, силой пары железа, магния и натрия. Когда из глубин солнца выбрасываются такие массы, спектр хромосферы оказывается чрезвычайно сложным. Верхняя ее граница напоминает иногда туманное волнующееся море. Большой же частью она состоит из маленьких огненных язычков. Они имеют неправильную форму и нередко бывают обращены друг к другу своими остриями. Это служит доказательством того, что там происходят чрезвычайно бурные явления. Самые маленькие из этих язычков достигают, все же, в высоту 50 миль; их ширина в основании приблизительно равняется ширине Германии между Балтийским морем и Альпами. Отсюда можно получить некоторое представление о характере тех явлений, которые непрерывно совершаются на солнце. А тут ведь перед нами самые обыкновенные явления, протекающие довольно спокойно.

Когда глубины солнца охватываются этим могучим движением, когда начинаются на нем эти извержения,—тогда хромосфера приходит в волнение на большом протяжении, или же она разрывается. Огромные снопы раскаленной материи вырываются из глубины солнца и с изумительной быстротой уносятся на высоту до полумиллиона километров.

Это и есть *протуберанцы*. Их можно во всякое время наблюдать с помощью спектроскопа, когда светит солнце. 14-го марта 1869 года Локиер наблюдал, как такие протуберанцы кружились с страшной силой и представляли собой настоящий вихрь на солнце. Скорость движения этой раскаленной массы, которая, словно вихрь, проносилась в пространстве, достигала 60 км. в секунду! 21-го апреля он заметил протуберанец, охваченный таким движением. Он несся впереди соседнего солнечного пятна. Необычайной силы извержение из глубины солнца увлекло за собой такую массу металлических паров, какой на-

блюдатель никогда не наблюдал раньше. Над этим огромным огненным столбом водорода носилось облако раскаленных паров магния. Через час извержение прекратилось. Но час спустя началось новое извержение. Огромный протуберанц вновь поднялся с страшной быстротой на высоту в несколько тысяч миль. Образовался величественный смерч из раскаленных масс газа. С этих пор часто наблюдали подобные извержения на солнце. Имея в своем распоряжении снабженную спектроскопом трубу с отверстием в $3\frac{1}{2}$ или 4 дюйма, наблюдатель случайно может быть свидетелем таких явлений.



Протуберанцы и хромосфера во время затмения
28 мая 1900 г.

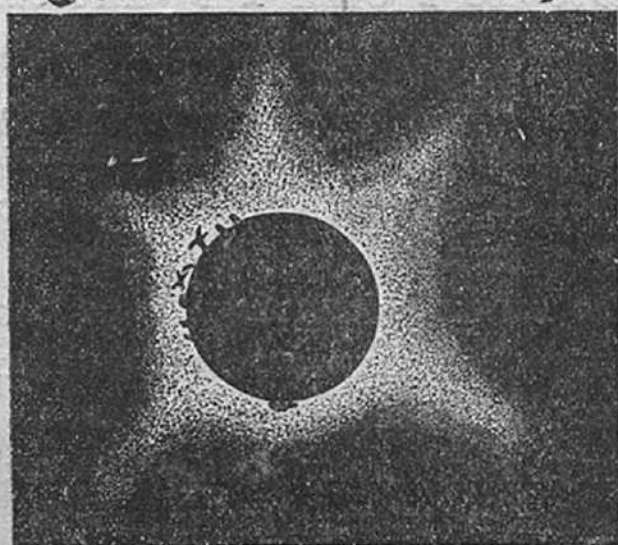
Приведем описание еще одного явления подобного рода. Вероятно, это одно из самых величественных извержений, когда-либо наблюдавшихся до сих пор. Его наблюдал профессор Юнг 7-го сентября 1871 года.

«Как раз в полдень», говорит он, «я исследовал огромный протуберанц на западном краю солнца. Он представлял не особенно высокое, спокойное по виду облако, не имел ссобого блеска и выделялся лишь своими большими размерами. Главная масса его состояла из горизонтальных полос. Самая нижняя полоса плавала над хромосферой почти на высоте

24.000 км. С этой последней ее соединяли три или четыре ярко блестящих, вертикальных столба. Облака имели в длину 16.000 км., а высшая их точка отстояла от поверхности солнца на 90.000 км. В 12 $\frac{1}{2}$ часов меня отозвали на несколько минут. В это время ничто не указывало на предстоявшее извержение. Только находившийся на южной стороне облака вертикальный столб стал более блестящим и наклонился несколько в сторону. Затем вблизи основания северного столба появилась небольшая светящаяся масса. Каково же было мое изумление, когда, вернувшись в 12 часов 55 минут, я увидел, что за это время весь протуберанц был разорван взрывом буквально на клочки. Спокойное облако исчезло. Солнечная атмосфера была уже наполнена летавшими вокруг по всем направлениям обрывками, массой отдельных вертикальных, как бы жидких нитей или языков. Каждый из них имел в длину от 10.000 до 20.000 км. и в ширину от 1.500 до 2.000 км. Они были ярче всего и гуще всего теснились друг к другу там, где раньше находились столбы. Все они быстро поднимались вверх. Когда я впервые увидел это явление, то многие из этих нитей достигали высоты почти в 96.000 км. На моих глазах они поднимались все выше и выше, пока, наконец, не достигли высоты 320.000 км. от поверхности солнца. Быстрота, с какою вещество протуберанцев уносилось вверх, достигала 250 км. в секунду. По мере того, как эти огненные языки поднимались все выше и выше, блеск их ослабевал. Постепенно они исчезали, подобно рассеивающейся туче. В час 15 минут от громадного протуберанца оставалось всего лишь несколько светлых полос близ хромосферы. И только это указывало еще то место, где произошло это величественное явление».

По этому описанию мы можем судить о том, какие могучие силы таятся на солнце. Что значат наряду с этим наши самые сильные бури! Что значат наши

землетрясения и вулканические извержения наряду с такими взрывами, когда раскаленные массы, величиной с земной шар выбрасываются вверх почти на расстояние луны от земли! Самая необузданная фантазия не в состоянии нарисовать этой дикой пляски огненных сил. Наш язык бессилен дать описание этого наводящего ужас зрелища!..—Кто наблюдал хоть раз в ночную пору в Неаполе извержение Везувия, тот знает, какое ужасное, необычайно величественное зрелище разворачивается тогда



Солнце при полном солнечном затмении с протуберанцами и короной.

перед глазами наблюдателя. Но представьте себе, что весь Везувий и окружающее его море превратились в огненную массу: что весь берег Италии, остров Сицилия, северный берег Африки охвачены этим огненным водоворотом. Представьте себе, что все Средиземное море образует волнующееся огненное море; что вся Европа и Атлантический океан вплоть до самых берегов Америки превратились в один страшный огненный сноп, языки которого взлетают на тысячи миль вверх. Представьте себе, наконец, что весь огромный земной шар превратился в раскаленный газообразный шар, который с быстротой молнии взлетает почти до самой луны. Если бы в состоянии представить себе весь этот ужас

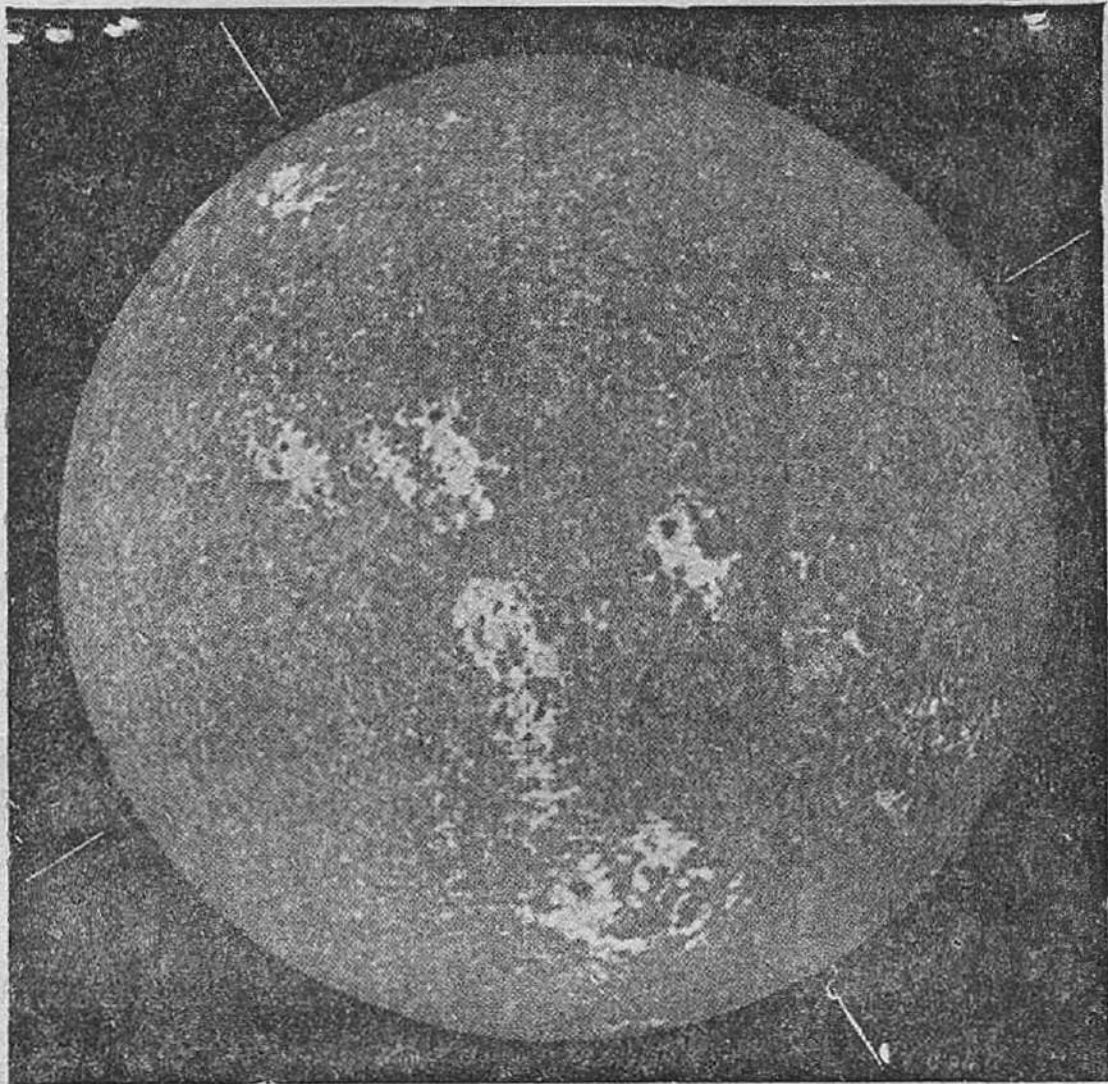
хаоса, то вы, все же, получите лишь слабое изображение того, что обыкновенно происходит на солнце!

Таково состояние солнца. Таким оно было за тысячи лет назад, и таким оно еще будет через тысячи лет. Эта бурно клокочущая огненная масса дает нам свет и тепло. Если бы солнце оставалось спокойным, то вся жизнь на земле исчезла бы, и повсюду воцарился бы холод и мрак. Гремят на солнце огненные волны хромосферы, взлетают на невероятную высоту протуберанцы, которые в один миг уничтожили бы весь земной шар, если бы он вошел в сферу их господства. И все это для того, чтобы здесь, на земле у нас, цвела былинка, и поденка взмахивала своими слабыми крыльями. О, да, для того, чтобы зеленела былинка... Но также и для того, чтобы человек мог мыслить, чтобы он мог сознавать свое бытие!

Вся необъятная вселенная ничего не знает о своем существовании. Мы можем приписывать ей значение лишь постольку, поскольку она отражается в сознании чувствующих и мыслящих существ. Но было бы дерзостью и близорукостью утверждать, что все это создано лишь для человека. Наука ничего не может сказать об этом...

Наблюдение над солнечной поверхностью значительно усовершенствовано благодаря прибору проф. Хэля. Это—*спектрогелиограф*. Он снабжен двумя подвижными щелями и дает возможность фотографировать солнце благодаря свету имеющихся в солнечном спектре линий H и K кальция. Эти линии выступают в виде темных полос, однако, они достаточно светлы для того, чтобы можно было сделать фотографические снимки исключительно при помощи излучаемого ими света. Эти снимки показывают, что раскаленные пары кальция распределены по всему солнечному диску. Такие явления невозможно заметить на солнечном диске каким-либо иным способом, ни простым глазом, ни с помощью обы-

кновенных фотографических приемов. Сперва казалось, что эти области раскаленного пара кальция совпадают с областями известных светлых солнечных факелов. Приблизительно так оно и есть в действительности, но они не тождественны. Проф. Хэль,



Фотография солнца в лучах кальция.

На снимке видны кальциевые „флоккулы“.

который исследовал эти явления на Иеркской обсерватории, дал им название *flossuli*, и на фотографических снимках, они, действительно, похожи на клочки шерсти. Их действительные поперечники достигают, по измерениям на наилучших пластинках, тысяч километров. Их можно рассматривать, как столбы раскаленного пара кальция, которые выступают над слоем раскаленных паров солнечной фотосферы. Мы получили даже возможность с помощью спектроге-

лиографа изучить распространение этих *flossuli* на различной высоте над поверхностью солнца; при этом оказалось, что в более высоких слоях они покрывают более значительные поверхности, чем в ниже лежащих. Большое солнечное пятно, наблюдавшееся 9 октября 1903 г., показывает на фотографическом снимке густой пар кальция в самых низких слоях, как раз над солнечной фотосферой. Он лишь очень незначительно покрывает здесь темную кайму пятна (так-называемую пенумбру). На другом снимке, полученном на минуту позже и относящемся к более высокому уровню, пары кальция уже значительно более распространились, а на еще более высоком уровне пенумбра почти совершенно покрыта парами кальция. Что касается скорости, с какою эти пары движутся вверх, то оказалось, что она равна, приблизительно, одному км. в секунду. Подобные образования (*flossuli*) раскаленного водорода удалось также определить с помощью спектрогелиографа; в общем, они казались темными, но иногда также в тех областях солнечной поверхности, которые являли собой особенно бурную картину, обыкновенно вблизи пятен они казались светлыми.

В последние годы проф. Хэль использовал также линию $H\alpha$ водорода в солнечном спектре, чтобы с помощью спектрогелиографа получить фотографические снимки солнца. На полученных таким путем изображениях эти *flossuli* оказываются гораздо более многочисленными, чем можно было ожидать по прежним снимкам; наконец, оказалось, что солнечные пятна окружены смерчами, которые происходят в более высоких областях солнечной атмосферы. Удалось установить, что солнечные пятна образуют центры притяжения для раскаленных масс водорода солнечной атмосферы. Можно ясно различать громадные смерчи или циклоны. На одной из этих фотографий видна чрезвычайно большая поверхность в южном полушарии солнца от экватора, приблизительно, до

35° южной широты, которая занята такими циклонами, и в центре этой области, отчасти покрытой облаками более светлого водорода, видна небольшая группа обыкновенных солнечных пятен. Фотографические снимки, полученные в другое время, показывают существование большого смерча, и точное исследование подробностей изображений показало, что в



**фотография Хэля вихревого движения
флоккул около солнечных пятен.**

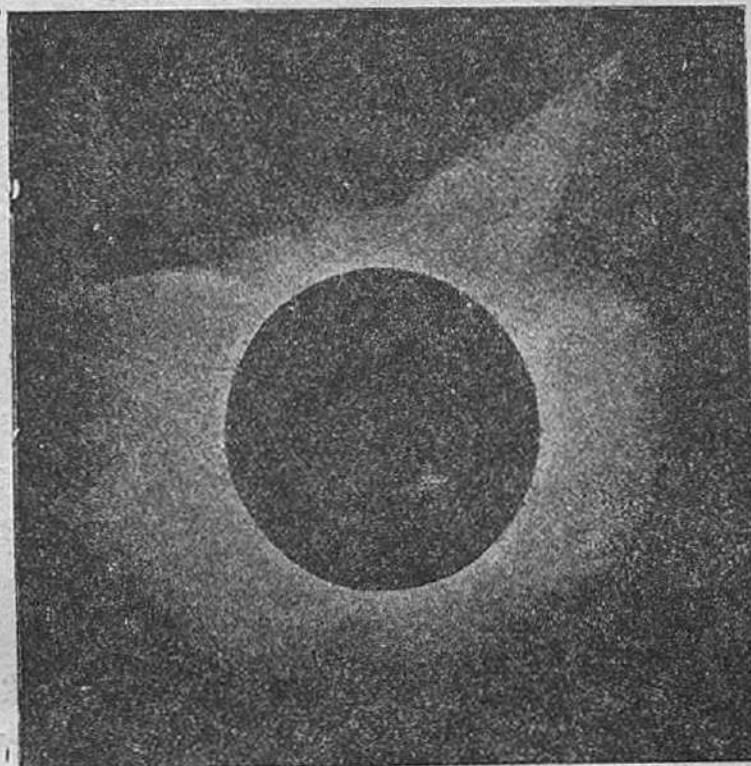
этом смерче происходит вращение с севера через запад к югу и востоку, т.-е. такое вращение, которое метеорологи в отношении к земной атмосфере называют вращением, обратным направлению движения часовой стрелки, т.-е. циклонным вращением.

В нашей атмосфере это наблюдается в том случае, когда в каком-либо месте поверхности быстро поднимается вверх влажный теплый воздух, а снизу со всех сторон сюда притекает воздух, стремящийся заполнить освобождающееся пространство. Тогда,

вследствие вращения земли, на северном ее полушарии наблюдается отклонение этих притекающих воздушных масс вправо от центра смерча, а на южном полушарии влево. Если применить это представление к солнцу, то можно принять, что и там происходят смерчи вокруг центров, сопровождающиеся мощными движениями вверх раскаленной атмосферы; а так как эти центры более или менее совпадают с солнечными пятнами, то можно отсюда сделать вывод, что пятна обозначают те области солнечной поверхности, над которыми происходит мощное движение вверх газа.

Современная теория электричества сводит все явления электричества и магнетизма к существованию, так называемых, «электронов». Согласно этой теории, электроны, которые в виде вихря движутся с громадной скоростью, создают в направлении продольной оси вихря линии магнетических сил, т.-е. такой электронный вихрь действует, как магнит. Далее, согласно новейшим исследованиям, можно думать, что в раскаленных газах имеются такие свободные электроны. Если дело обстоит таким образом, заключает проф. Хэль, то солнечные пятна должны действовать, как громадные магниты, и тогда получаемый ими свет должен давать, так называемый, «эффект Зеемана». Именно проф. Зееман несколько лет тому назад нашел, что спектр, который дает светящееся пламя между полюсами магнита, обнаруживает поразительные отличия от обыкновенного состояния (без магнетического влияния). Именно спектральные линии, на которые свет разлагается призмой, расщепляются магнитом, и компоненты, на которые разлагается каждая линия, обнаруживают замечательные, легко определяемые особенности. В этом состоит эффект Зеемана, который должен обнаруживаться также и светом солнечных пятен, если солнечные пятна, на самом деле, действуют, вместе с тем, как громадные магниты. Действительно, проф. Хэль констатировал этот эффект

на фотографических снимках спектра пятен. Проф. Зеeman предложил ему затем наблюдать пятна не только тогда, когда они находятся посередине солнечного диска, но и тогда, когда они видны на краю. В первом случае мы смотрим в направлении продольной оси вихря, в последнем случае перпендикулярно к этой оси, и спектральные линии в обоих случаях должны снова обнаруживать характерные различия в своем расщеплении. Далее, эффект должен быть раз-



**Корона солнца, во время солнечного затмения
27 июля 1896 г.**

По фотографии С. К. Костинского на Новой Земле.

личен, смотря по тому, вращается ли угол в направлении движения часовой стрелки или обратно. Эти явления также наблюдал проф. Хэль, и, таким образом, с несомненностью доказано, что солнечные пятна, на самом деле, действуют, как гигантские магниты. Этот триумф научной теории должен иметь дальнейшие важные последствия. Ибо теперь теории, приводящие в связь магнетические и климатические отклонения на нашей земле с солнечными пятнами, получили для себя твердое основание.

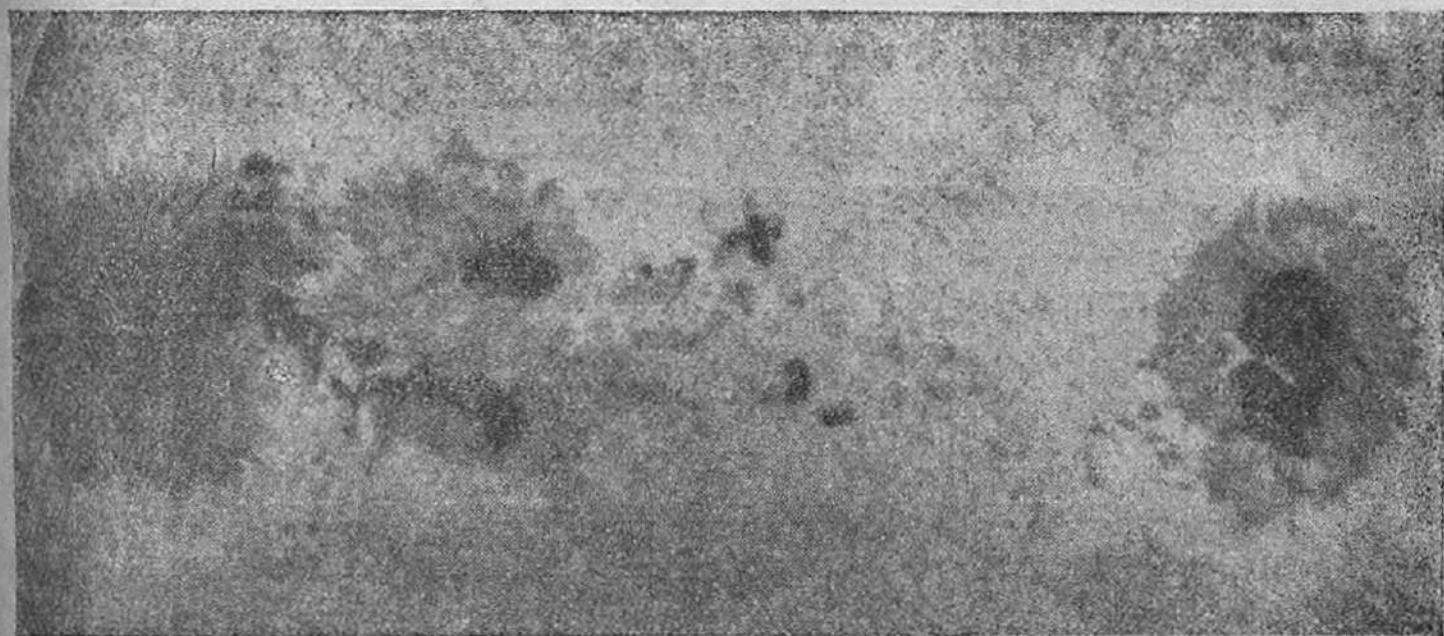
К величайшим явлениям в природе принадлежат *солнечные затмения*. Это в особенности следует

сказать о полных затмениях. В прежние времена они наводили ужас на людей. Полные затмения продолжаются всего лишь несколько минут. В это время солнце бывает скрыто от нашего взора темным, как ночь, диском луны. Оба светила словно висят тогда друг на друге на небе. Небо и земная поверхность освещаются необыкновенным, волшебным светом. Такое освещение обуславливается, главным образом, венком светлых лучей—короной, которая появляется в это время вокруг темного диска луны. Она снова исчезает при появлении первых солнечных лучей. Уже Плутарх упоминает о таком венке лучей. Корона эта появляется при всяком полном солнечном затмении. Но до настоящего времени никак не удастся сделать корону видимой для человеческого глаза в другое время. Поэтому ее можно наблюдать только в редкие и очень короткие мгновения полного солнечного затмения. По этой именно причине мы так мало знаем до сих пор о природе короны. Но можно, кажется, согласиться с мнением Кеплера, что корона представляет собой наружную часть светящейся солнечной атмосферы.

Спектральный анализ открыл в свете короны зеленую линию. Такой линии мы не встречаем ни в одном из спектров известных нам земных тел. Поэтому, мы имеем здесь дело с совершенно неизвестным нам элементом. Он получил название «корония». Он встречается в короне еще на высоте миллиона километров над поверхностью солнца. Кроме этой линии, в короне нашли при помощи спектроскопа еще другие светлые линии. Отсюда следует, что она обладает самостоятельным светом, т.-е. представляет собой раскаленную, состоящую из мельчайших частиц материю. Повидимому, форма короны претерпевает периодические изменения, в одиннадцатилетний период времени. Фотографические снимки обнаружили, наконец, в короне удивительные полосы, которые сильно напоминают хвосты комет. Во время полного

солнечного затмения 21 декабря 1889 года проф. Шерберле в Чили получил на фотографической пластинке туманное пятно над краем солнца. Оно отстояло от солнца на $\frac{5}{6}$ его поперечника. Вероятно, это была комета, а, быть может, вещество короны, выброшенное в мировое пространство.

Перед вооруженным взором человека на поверхности солнца разворачивается необъятная, наводящая ужас борьба огненных сил. Но среди этого ужаса хаоса царит, все же, известная закономерность. Пра-



Солнечное пятно 25 июня 1905 г. Видны гранулы, тень и полутень пятна.

вда, мы не знаем еще ее причины, но она ясно обнаруживается перед нами. Отдельные солнечные пятна появляются очень неправильно и снова быстро исчезают. Их движение по солнечному диску позволяет определить время вращения экваториальных областей солнца, приблизительно, в $25\frac{1}{2}$ дней. В известное время пятна наблюдаются в очень большом количестве, в другие годы, напротив, их бывает очень мало. Они появляются, следовательно, через известные промежутки времени. Исследования *Вольфа* в Цюрихе установили, что период этот равняется $11\frac{1}{9}$ года.

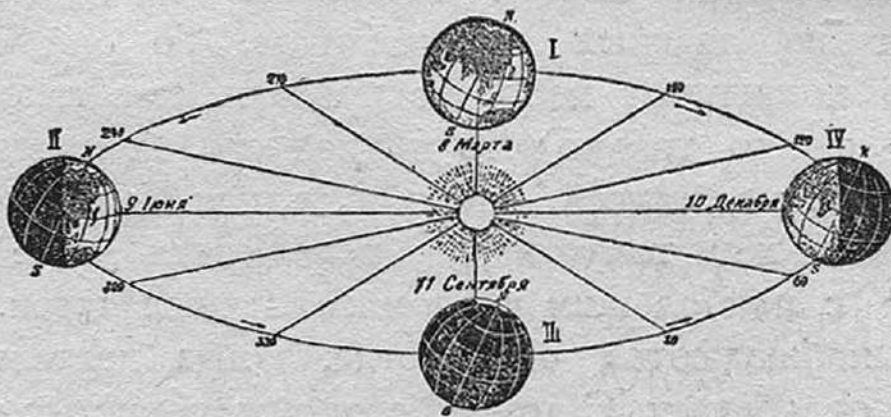
Так, в 1866 и в 1867 гг. как число солнечных пятен, так и величина отдельных пятен были чрезвычайно

малы. В начале 1867 года было много таких дней, когда солнце было совершенно свободно от пятен. В 1870 г. появилось, напротив, очень большое число пятен. Некоторые из них были значительной величины. Некоторые группы можно было заметить даже простым глазом сквозь темное стекло. В 1876 и в 1878 гг. число пятен на солнце было опять незначительно. Так продолжалось вплоть до 1882 г. В этом году, а также в 1894, 1906 и 1917 годах оно снова достигло наибольшей величины. Когда солнечные пятна появляются в большом количестве, то можно наблюдать более сильное развитие протуберанцев по всей солнечной поверхности. Вся деятельность приобретает в такие годы чрезвычайно оживленный характер. А когда пятен бывает мало, то и протуберанцы имеют очень небольшие размеры. Тогда их можно наблюдать, главным образом, в экваториальных областях солнца. Эти годы можно считать временем относительного покоя на солнце.

Едва ли можно сомневаться в том, что такие большие различия в деятельности солнца должны оказывать известное влияние на планеты, а, следовательно, и на землю. Этот вывод напрашивается сам собой, если вспомнить, что излучаемая солнцем теплота поддерживает на земле все механические движения. Мы можем, таким образом, заключить отсюда, что периодическое изменение числа пятен будет отражаться на земле в периодическом колебании известных земных явлений.

Но каких именно? Это, очевидно, может решить одно только наблюдение. Прежде всего, следует вспомнить в этом случае о метеорологических изменениях. В нашем распоряжении имеются многолетние наблюдения различных метеорологических станций относительно температуры и количества осадков. К сожалению, мы тотчас же наталкиваемся здесь на большое затруднение: в различных местах погода в одно и то же время бывает различна. Если бы

вся земная поверхность была равномерно покрыта метеорологическими станциями; если бы они давали нам таблицы, охватывающие сотни лет,—тогда легко было бы ответить на вопрос: как одиннадцатилетний период пятен на солнце влияет на метеорологические явления. Но в настоящее время наши наблюдения далеко не достигли еще такого идеального состояния. Наибольшая часть земной поверхности покрыта океаном, и тут невозможно, следовательно, установить необходимых непрерывных наблюдений. Да и на



Движение земли вокруг солнца,

суше мы в большинстве случаев не имеем метеорологических обсерваторий. Только в Европе и Северной Америке, а также отчасти в Ост-Индии мы встречаем достаточное число метеорологических станций. Но даже здесь мы лишь в исключительных случаях имеем наблюдения за достаточно долгий ряд лет. При таких условиях мы лишь тогда можем рассчитывать определить влияние одиннадцатилетнего периода солнечных пятен на нашу погоду, когда влияние это вообще выражено очень резко. Новейшие исследования, действительно, доказали, что температура земной поверхности обнаруживает небольшое колебание в зависимости от числа солнечных пятен. В тропических странах температура за $1/2$ — $1\frac{1}{2}$ года до появления наименьшего числа пятен наиболее высока. За пределами тропиков этот промежуток становится больше. По направлению к полюсам правильность и ве-

личина колебаний в количестве тепла уменьшается.

То же самое следует отметить относительно числа тропических бурь. Повидимому, все более и более выясняется, что чаще всего они бывают в годы с большим числом солнечных пятен. Реже всего они наблюдаются в годы с наименьшим числом солнечных пятен.

Очень заметно бросается в глаза, далее, соответствие между обилием перистых облаков и солнечных пятен. Под перистыми облаками понимают те нежные, необычайно высоко носящиеся облака, которые состоят из ледяных кристалликов. То они словно вуалью покрывают небо, то придают ему такой вид, словно кто-то только что подмел его. А иногда они принимают вид ветвей. Эти облака, как Клейн доказал несколько лет тому назад, появляются чаще всего в годы с наибольшим числом солнечных пятен. Реже всего наблюдаются они тогда, когда деятельность солнца ослабевает. С другой стороны, перистые облака являются, как мы знаем, предвестниками переменной, пасмурной и дождливой погоды. Когда после хорошей погоды барометр начинает падать, и перистые облака покрывают небо, то можно с уверенностью сказать, что для западной части Средней Европы с Атлантического океана надвигается полоса бурь. Перистые облака, похожие на огромные вымпела, словно лучи, расходятся тогда от места бурь далеко над землей и морями. Они предвещают, таким образом, близкое наступление дурной погоды. Обилие перистых облаков соответствует обилию солнечных пятен. Отсюда уже ясно, что, в среднем, в годы с большим числом солнечных пятен полосы бурь и давлений в наших странах бывают чаще, нежели в годы с малым числом солнечных пятен.

Северные сияния точно также находятся в связи с солнечными пятнами: их обилие соответствует числу солнечных пятен. Профессор Бредихин отметил много случаев, когда за чрезвычайно сильными изверже-

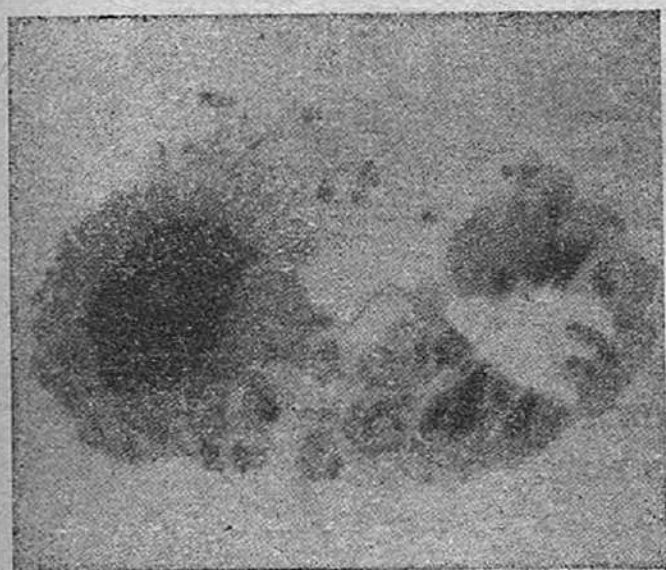
ниями на солнце следовало яркое северное сияние на земле. Что солнце оказывает магнитное действие на землю, это теперь непосредственно доказано опы-



I. 29 июля 1906 г.



II 30 июля 1906 г.



III, 31 июля 1906 г.



IV. 1 августа 1906 г.

Изменение формы солнечного пятна

29 июля—1 августа 1906 г.

По фотографии А. П. Ганского.

тами. Как было уже указано выше, проф. Хэль наблюдал вокруг солнечных пятен громадные смерчи раскаленных газов.

Так, между нашей землей и солнцем существует таинственная связь. Грозные и, вместе с тем, величественные события на огненном дневном светиле отражаются на земле на многочисленных явлениях. Но тут, на земле, их грозная сила становится благотворительной. Она дает жизнь и способствует процветанию организмов.

Мы знаем теперь, что солнечная теплота и нераздельный с ней свет есть главное условие существования жизни на земле. Мы знаем также, что солнце, как мировое тело, изливающее свет и тепло, имело некогда начало. Но, согласно глубокомысленному слову поэта: «все, что имеет начало, имеет также конец». Настанет некогда день, когда солнце испрошет в пространство свои последние лучи. И там, на этом солнце, где миллионы лет бушевали огненные силы, воцарится некогда покой. Неизмеримая сила солнца, изливающаяся в мировое пространство, иссякнет. Огненные силы будут скованы мертвым покоем, и безмолвие смерти воцарится, наконец, на солнечном шаре.

Что будет тогда с планетами, и что станет с землей, если иссякнет притекающая к ней энергия солнечного тепла? Ответ на этот вопрос может быть только один! Перестанет солнечная теплота согревать поверхность нашей планеты,—и придет тогда конец жизни на земле, прекратится всякое движение. Безмолвие смерти воцарится на оцепеневшей от холода и бессилия земле. Что так оно будет неизбежно, когда иссякнет солнечная теплота,—этого не может отрицать ни один разумный человек.

Но когда настанет то время, когда солнце будет посылать свои последние лучи света и тепла? Сказать этого в точности никто не может. Мы знаем только, что еще долгое, долгое время солнце будет посылать на землю свет и тепло. Поэтому люди совершенно спокойно относятся к этому вопросу и нисколько не беспокоятся по поводу грядущего исто-

щения солнечной теплоты. Но для науки очень важно и естественно задуматься над вопросом: сколько же времени протекло с тех пор, как солнце стало излучающей тепло неподвижной звездой, и сколько времени может еще продлиться такое ее состояние.

Понятно, тут может быть речь только о приблизительных величинах. Так, сэр Уильям Томсон считает на основании динамических принципов весьма вероятным, что солнце едва ли освещает нашу землю в течение 100 миллионов лет. В то же время, он почти нисколько не сомневается в том, что этот период не достигает 500 миллионов лет. Относительно будущего обитатели земли, по его мнению, не должны рассчитывать на то, что необходимое им количество света и тепла будет притекать к ним в течение многих миллионов лет. Более точные данные указывает И. И. Зее (See). Развивая солнечную теорию Гельмгольца, он приходит к выводу, что продолжительность солнечного излучения равняется, приблизительно, 36 миллионам лет, и что нынешнего запаса солнечной энергии хватит еще только на 4 миллиона лет. Вычисления основаны на предположении, что сгущение материи является единственным источником, из которого солнце почерпает свой жар.

Но новейшие открытия в области физики обнаружили до тех пор еще совершенно неизвестный источник энергии. Этим источником является радий, вещество, которое содержит в миллионы раз больше энергии, нежели равное ему количество динамита. Не будет преувеличением сказать, что корабль вместимостью в 12.000 тонн, обладающий скоростью в 15 узлов в час, на расстоянии 6.000 морских миль требует не больше энергии, чем сколько ее содержится в 22 унциях радия. Поэтому, если радиоактивная материя не ограничена одной только землей, а имеется также на солнце, в чем едва ли можно сомневаться, то мы имеем здесь такой источник энергии, который в течение очень продолжительного вре-

мени мог бы покрывать и, действительно, покрывал излучение солнца. В сравнении с историческим периодом миллион лет—это непостижимо громадная величина. Но не с точки зрения развития органической жизни в различные геологические эпохи. Весьма вероятно, что кривая солнечной температуры миновала уже свою наивысшую точку, когда на земной поверхности впервые появилась органическая жизнь. Весьма вероятно, что наибольшая часть солнечной энергии уже излучилась в мировое пространство, когда человеческий глаз впервые увидал луч света.

Кто глубже вникнет во все это, тот достигнет истинный философский смысл великой драмы, которая разыгрывается на земной мировой сцене. На заре жизни юного солнца эта сцена являла собой мертвую пустыню... Но вот лучи его стали клониться к закату, и в свете этих вечерних лучей появились на сцене те, кому суждено было стать актерами. И до тех пор будет длиться их игра, пока холод и мрак не положат конца этому «действию». Тогда сцена опустеет. Безмолвие смерти воцарится кругом, и вся ее история исчезнет в царстве забвения.

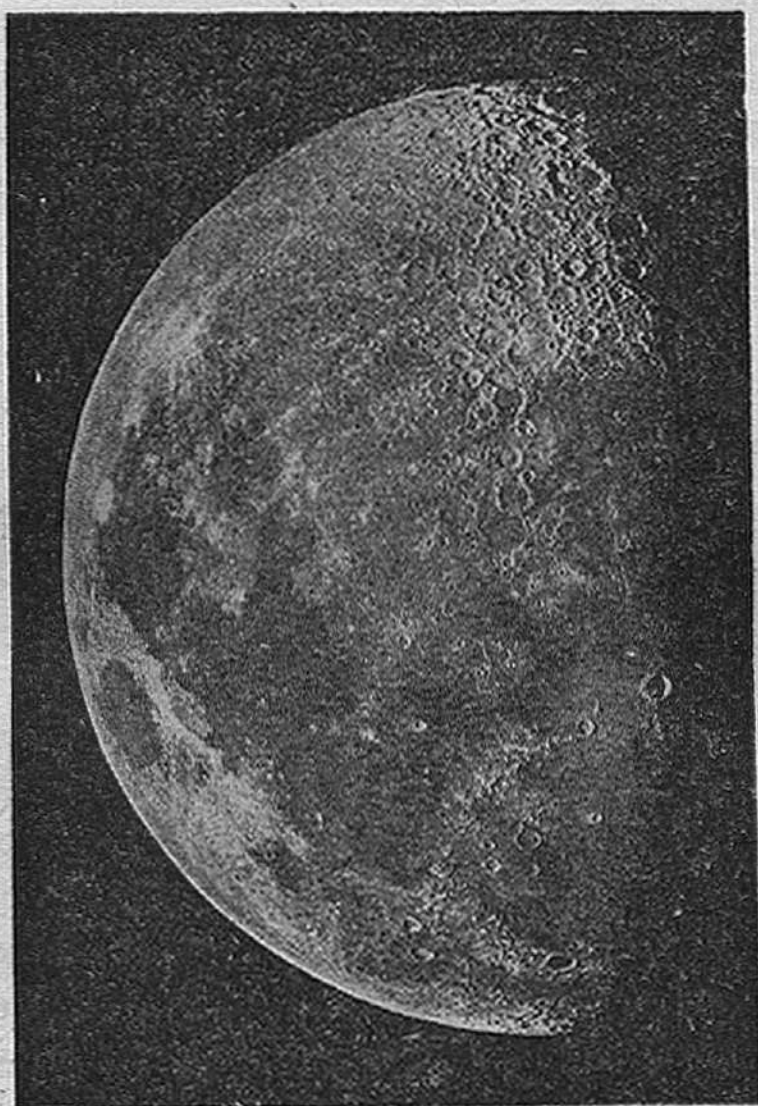
XV.

Луна.

Луна.—Близость к земле—подробное изучение ее поверхности.—Пятна на диске луны.—Пепельный свет луны.—Исследование лунной поверхности с помощью бинокля.—Светлые полосы и пятна, лучистые кратеры и кольцеобразные горы.—Световая граница. Особенности лунных образований.—На луне имеются горы, вечно сверкающие в лучах солнечного света.—Температура на поверхности луны.

Луна, согласно распространенному взгляду, является полной противоположностью солнцу. Солнце дает свет и теплоту в течение дня, луна освещает ночь кротким светом. Когда диск луны поднимается над горизонтом, человеку становится легко, он чувствует

себя как бы во власти дружеской силы. И бесчисленные поэты воспевают луну, ее кроткому свету они приписывают даже особенное влияние. Среди «светил, освещающих ночь», луна, действительно, больше всего приковывает к себе взор человека. Ее изменяющийся вид, несомненно, уже в самые ранние времена человечества привлекал к себе всеобщее внимание. Наука доказала затем, что этот замечательный спутник земли, действительно, очень близок к



Вид луны в малую трубу.

нам, ближе всех других небесных тел. Ведь орбита луны находится от нас на расстоянии всего лишь 30 земных диаметров. Таким образом, луна, действительно, является для нас соседним миром. Поэтому, можно, конечно, ожидать, что эта соседняя нам пла-

нета будет оказывать на нашу землю большее или меньшее влияние. Можно даже допустить, что влияние это довольно значительно.

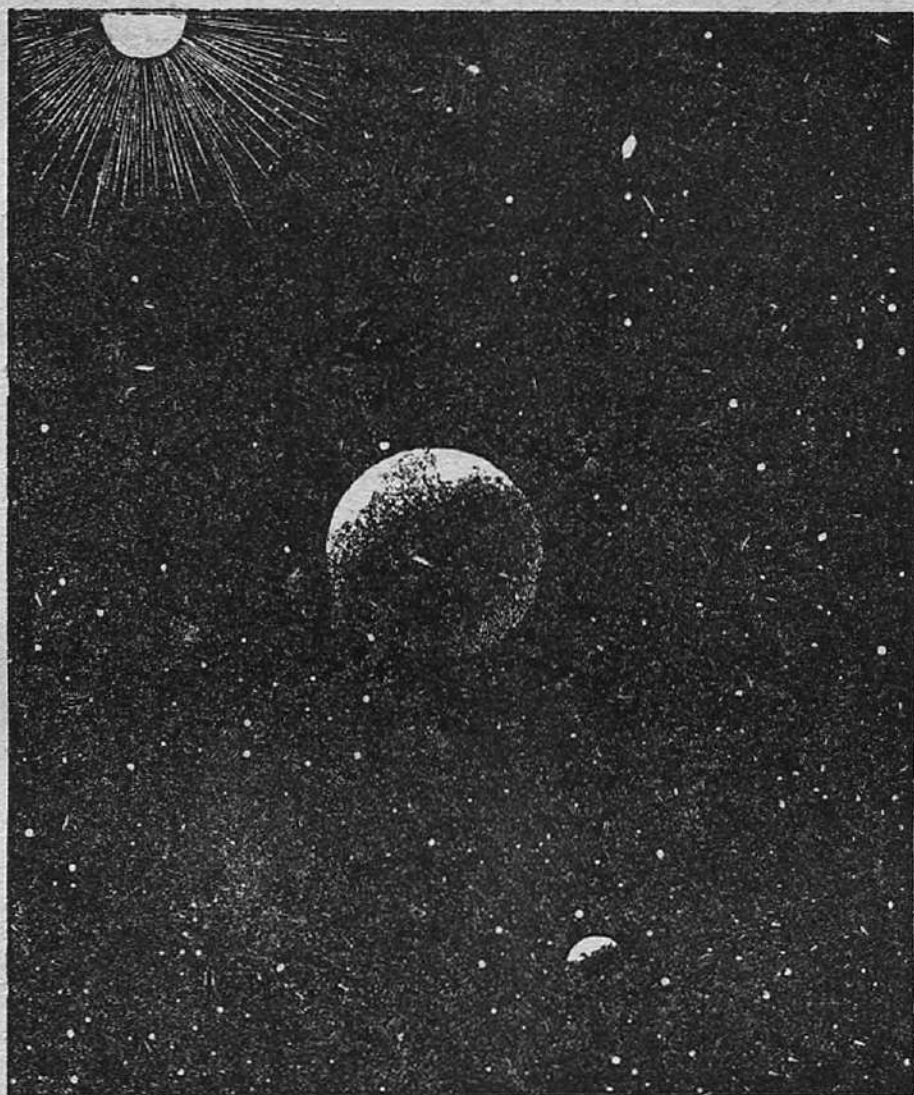
В народе существует, как известно, мнение, что луна, прежде всего, влияет на погоду. В особенности ее тонкий серп, появляющийся после новолуния, почти всегда вызывает будто бы те или иные изменения погоды. Почему это так—этого, конечно, никто не знает. Даже те, кто придерживается такого взгляда. А если с этим вопросом обратиться к астроному, или метеорологу, то он может дать точно такой же ответ, какой дал однажды Плутарх: «Совершенно просто: потому что это неправда». К сожалению, дело не обстоит, в сущности, так просто, так как продолжительность синодического обращения луны совпадает с продолжительностью синодического вращения солнца, приблизительно, в 40° широты. Это обстоятельство чрезвычайно затрудняет изолированное рассмотрение влияния луны.

Но луна, несомненно, оказывает могучее влияние на воды наших океанов. Прилив и отлив являются, главным образом, результатом действия луны. Они обладают громадной механической силой. К сожалению, эта громадная энергия не может быть использована для промышленных целей. Дело в том, что затраты на необходимые для этого сооружения значительно превышают возможную пользу.

Но однажды, много лет тому назад, была сделана такого рода попытка. Порождающая прилив сила луны была использована в качестве дешевого средства для перемещения таких громадных тяжестей, с какими не справилась бы никакая другая сила. Пролив шириной в 460 метров отделяет остров Энглези от берегов Уэльса. Через этот пролив более полвека тому назад была переброшена громадная железная труба. Она покоится на счень высоких быках. Внутри ее, над страшной пучиной моря, был проложен безопасный путь для самых тяжелых железнодорожных

поездов. Одна только порождающая прилив сила луны была в состоянии уложить между быками громадные трубы этого гигантского моста!

Сам гениальный строитель моста, Роберт Стефенсон, рассказывал однажды об этом сооружении в кругу близких ему людей. Макс-Мария фон-Вебер слы-



Земля и луна в пространстве.

шал этот рассказ. Чрезвычайно интересно послушать, как он передает об этом. «На рассвете этого дня,—так начал свой рассказ творец великого сооружения,—я стоял на берегу Менайского канала. Около 10 часов должен был начаться роковой прилив. Было бурно. Всю ночь слышал я сильный прибой волн. Вдали по обоим берегам горели сторожевые огни и факелы, при свете которых работа производилась ночью. Тя-

жело было у меня на душе. Впервые понял я тогда то, чего не понимал до тех пор. Я понял тогда, почему Тельфорд, когда убрали леса из-под цепей его висячего моста, с молитвой на устах удалился в мостовую сторожку, ставни которой он приказал предварительно запереть. Вдруг я услышал среди ночной темноты громкий голос, обращенный ко мне: «All right! All goes well! Good morning!» («Готово! Все идет прекрасно! Доброго утра!»). Я узнал Брунеля, пришедшего с того места работ, куда подступал уже прилив. Я стоял на той трубе, которая должна была поплыть первой. Годы и дни, с тех пор, как начались работы, она недвижимо, подобно горе, покоилась на своих подмостках. Она весила 2.000.000 фунтов. Кругом на обоих берегах была мертвая тишина. А, ведь, тут были сотни рабочих, которые стояли наготове у своих ворот, и тысячи стекшихся отовсюду зрителей. На лесах, на берегу Энглезии, я едва-едва различал Фэрбэрна: он казался мне точкой. Подо мной, у главного ворота на берегу Уэльса, стоял Брунель, устремив на меня свои умные глаза. Кругом мертвая тишина... Только волны поднимавшегося прилива бурлили вокруг понтонов. Их могучий остов скрипел, трещал и вздрагивал, по мере того, как громадная тяжесть, которую они должны были поднять, все сильнее и сильнее напирала на них благодаря подъему воды. Наконец, затих и этот треск. Очевидно, понтоны подхватили свою ношу. Я посмотрел на часы и на громаду вод. Прилив почти достиг уже своей высшей точки, а железный гигант лежал недвижимо. У меня замирало сердце. Вдруг я почувствовал, как колоссальные трубы как бы задрожали под моими ногами. Железный гигант уступил напору вод. В тот же самый миг я увидал, как леса отступают перед нами. Из уст рабочих неустанно неслись оглушительные, радостные крики, и тысячеголосое эхо подхватило их далеко по обоим берегам. Громадная труба плыла. Прилив быстро подхватил понтоны—

я подал сигнал. Мои сотрудники последовали мановению моей руки! Волны прилива взлетали высоко, ударяясь о туго натянутые канаты и цепи, или бурля над ослабевшими и спущенными в воду. И все это совершалось с такою точностью, словно одна единая воля вдохновляла многие сотни людей, разбросанных в разных местах. С изумительной точностью, несмотря на бурю и пороги, прилив установил трубы между быками. Отступая, он уложил их в их ложе и весело унес обратно освобожденные от тяжести понтоны. Я с восторгом прислушивался к тому скрипу, с каким колосс прочно укладывался на своем каменном ложе. Вы легко можете представить себе, что я никогда не чувствовал себя на такой высоте и, вместе с тем, таким ничтожным, как в эту минуту, когда мои помощники взобрались ко мне на трубу и стали жать мне руку».

Когда великий строитель умолк, то один из присутствовавших гостей неожиданно спросил: «А поблагодарили вы тогда своего главного помощника, без содействия которого трубы и понты лежали бы в прибрежном песке?» — «О ком вы говорите?» — спросил в изумлении Стефенсон. — «О ком же, как не о луне, ведь именно она уложила трубы между быками!» — «Да, вы правы, — ответил великий инженер, — об этом я не подумал».

Благодаря своей близости к земле луна является единственным небесным телом, которое мы можем подробно исследовать с помощью своих больших телескопов. Нам в точности известны в настоящее время мельчайшие подробности лунных ландшафтов.

Если руководиться мерилем астрономов, то расстояние луны от земли совсем не велико: центры обоих небесных тел, в среднем, отстоят друг от друга всего лишь на 384.400 километров. Но лунная орбита имеет эллиптическую форму и подвержена известным изменениям. Благодаря этому луна не всегда одинаково удалена от земли. Указанное выше расстояние может

изменяться почти на 5%. Само по себе это, все же, громадное расстояние. Ведь длина земного экватора составляет всего лишь 40.000 км. Но телескоп до известной степени преодолевает это расстояние. Он настолько приближает к нам луну, что мы можем довольно хорошо наблюдать рельеф ее поверхности и нанести все это на карту. Имеющиеся в нашем распоряжении карты луны в некоторых отношениях превосходят даже по полноте наши земные карты. Ведь громадные пространства внутренней Африки и Австралии, на северном и южном полюсе до сих пор остаются неисследованными. А, в то же время, мы ясно видим ту сторону луны, которая обращена к нам всегда. Но по краям луна представляется нам, конечно, в несколько уменьшенном виде, как это вообще свойственно шару.

Даже простым глазом на поверхности луны можно заметить целый ряд темных и светлых пятен. Яснее всего заметны эти пятна в полнолуние, когда луна стоит близко к горизонту и светит не так ярко. Когда же луна стоит высоко, то свет ее так силен, что в нем исчезают некоторые подробности. Народное воображение, как известно, превратило эти туманные пятна в человеческое лицо. Действительно, темные пятна, разбросанные по диску луны, при некоторой фантазии производят впечатление круглого человеческого лица, которое с улыбкой и (в зависимости от положения луны) несколько искоса поглядывает на наблюдателя. У различных народов мы встречаем самые фантастические представления о той фигуре, которую образуют лунные пятна. То это весы, то лошадь или заяц, то человек, прислонившийся к стволу дерева. Но из этих образов больше всего соответствует непосредственному впечатлению представление смеющегося лица.

Это представление дает возможность несколько разобратся простым глазом на лунном диске. Если придерживаться его, то нос лица образует громад-

ная горная цепь, называющаяся лунными Апеннинами. Она заканчивается кольцеобразным валом, который имеет форму кратера и называется Коперником. Внутренняя впадина его так велика, что тут спокойно могло бы уместиться небольшое немецкое



Моря на лунном диске.

Яркий кратер Тихо и светлые лучи.

княжество. Правый глаз лица образует громадная серая площадь, пересекаемая матовыми, светлыми полосами. Она носит название Море Дождей (Mare Imbrium). Левый глаз образует большая серовато-зеленая площадь. Она называется Море Ясности (Mare Serenitatis). К нему примыкает, как бы служа продолжением, другая серая равнина, которая на лунных картах называется Море Спокойствия (Mare Tranquillitatis). Тут можно различить еще крайний выступ, примыкающий к краю луны, Море Изобилия (Mare

Geounditatis). Несколько севернее даже при слабом зрении можно различить на лунном диске отдельное, овальной формы темное пятно, так-называемое, Море Кризисов (Mare Crisium). А на лбу лунного лица можно заметить также простым глазом темную полосу или пятно. Оно известно у наблюдателей под именем Моря Холода (Mare Frigoris). Рот лунного лица очерчен менее ясно. Но при некотором воображении его можно отыскать. Он образуется южной частью одного темного пятна, которое получило название Моря Облаков (Mare Nubium). А с востока сюда примыкает другое пятно, Море Влажности (Mare Humorum). Простой глаз с трудом различает это Море Влажности. Правую щеку лица образует громадная равнина, усеянная светлыми пятнами и полосами. Она получила название Океана Бурь (Oceanus Procellarum). Левую щеку, а также подбородок образует беспорядочная масса светлых пятен. Эти светлые пятна, в действительности, представляют собой беспорядочно рассеянные горные области, где кратеры попадаются на каждом шагу.

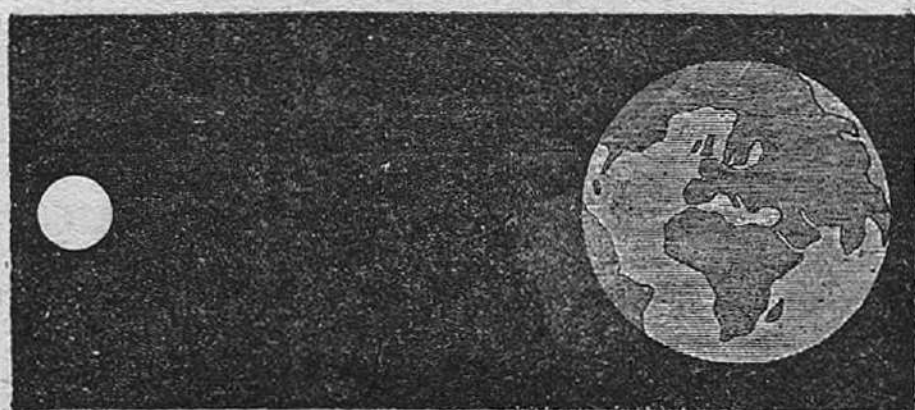
Таким образом, благодаря темным пятнам, которые различаются уже простым глазом, можно получить общее представление о поверхности луны. Диаметр луны равняется 3.470 км. Вся ее поверхность составляет, приблизительно, столько же, сколько Северная и Южная Америка вместе взятые. Но всей поверхности луны мы никогда не видим. Мы всегда видим лишь одну и ту же сторону. Только области, примыкающие к краям лунного диска, видны бывают нам иногда несколько больше, иногда несколько меньше. Это зависит от известных кажущихся колебаний (либраций), которые вызываются движением луны.

Отсюда легко уже понять, что точное изображение лунной поверхности сопряжено с величайшими трудностями. Действительно, лунные карты Лормана, Медлера и Юлия Шмидта потребовали для своего выполнения несколько лет. Но фотография и в этой области астрономии оказала ценные услуги. В осо-

бенности замечателен тот фотографический лунный атлас, который составлен в Парижской обсерватории. Он неocenим при изучении лунных образований.

При помощи 40-дюймового рефрактора Иеркской обсерватории путем особого приема были сделаны снимки отдельных лунных ландшафтов. Они еще более подробны, нежели снимки парижских лунных карт.

По своему объему луна значительно меньше земли. Из последней можно было бы сделать около 50 шаров такой же величины, как луна, и 80 шаров такого же веса, как она. Хотя луна и мала в сравнении с



Относительные размеры луны и земли.

нашей землей, но она, все же, представляет собой громадное небесное тело, которое служит для нас неисчерпаемым полем для изучения ее поверхности.

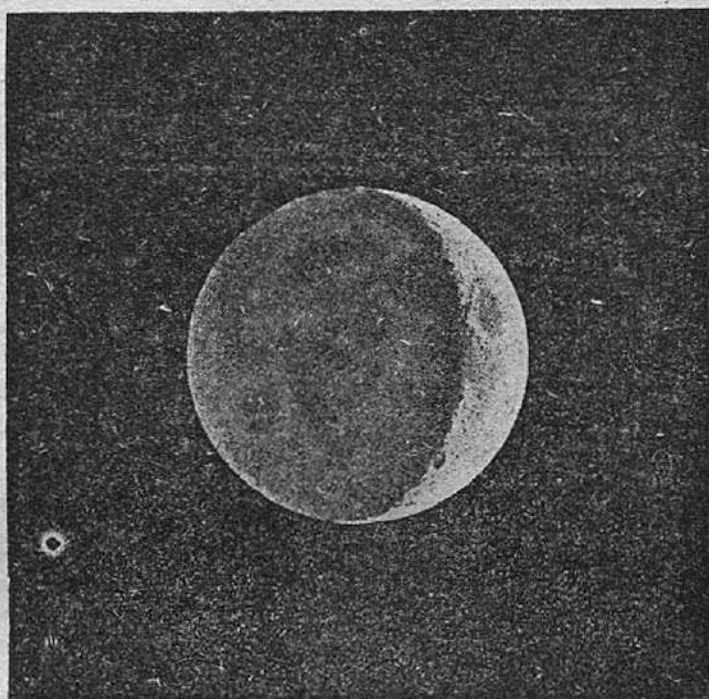
Наблюдения в телескоп над этим небесным телом всегда бывают чрезвычайно интересны. Я не стану подробно останавливаться здесь на отдельных фазах, которые последовательно представляет нам луна. Я обращаю внимание на одно явление, которое заслуживает особенного интереса и тесно связано с фазами луны.

Когда в весенний вечер узкий яркий серп луны стоит низко над горизонтом на западном небосклоне, то очень часто можно видеть, как и остальная часть лунного диска светится бледным фосфорическим светом. Этот пепельный свет луны можно видеть также и в ясное осеннее утро, когда луна идет на убыль,

т.-е. после последней четверти перед новолунием. Он вообще всегда имеется, когда яркий серп луны становится узким. Только в нашем климате мы часто не замечаем этого явления благодаря положению луны или неблагоприятному состоянию воздуха. Вопрос о причине этого фосфорического мерцания занимал умы уже в древности. Но в то время еще не догадывались об истинной причине этого явления. Лишь великий художник Леонардо да Винчи понял эту причину. Он выяснил, что пепельный лунный свет есть не что иное, как отражение земного света, падающего на луну. Когда луна имеет вид узкого серпа, то земля, если смотреть на нее с луны, кажется освещенной почти сполна. В то же время ее диск в 14 раз превышает видимый нами лунный диск. Земля испускает таким образом довольно яркий свет, который изливается также и на погруженные в ночной мрак лунные ландшафты. Эти последние становятся благодаря этому видимыми для нас. Итак, пепельный свет—его называют также *вторичным* лунным светом—есть отражение отражения! Что этот, посылаемый землей, свет, действительно, достаточно силен, чтобы вызвать такое явление,—в этом легко убедиться. Стоит только подняться на вершину горы и взглянуть оттуда на залитый светом полной луны окружающий ландшафт. Если вспомнить теперь, что земной свет на луне в 14 раз сильнее лунного света на земле,—то легко понять, что это освещение темной стороны луны становится заметным с земли. Когда серп луны становится шире, то освещенная часть земного диска для наблюдателя, помещенного на луне, уменьшается. Благодаря этому пепельный свет должен становиться слабее. Так оно и есть на самом деле. Когда луна приближается к первой четверти, то простым глазом нельзя уже различить пепельного света. Но в зрительную трубу можно еще видеть слабое мерцание этого пепельного света через два, даже через три дня после первой четверти. Более тщательные на-

блюдения показывают, что этот вторичный свет имеет отчасти зеленовато-серый оттенок.

Знаменитый Ламбер наблюдал 14 февраля 1774 г. очень сильную оливково-зеленую окраску. «Луна стояла тогда, — сообщает он, — над Атлантическим океаном, а солнце было в зените для южного Перу. Оно освещало своим ярким светом Южную Америку. Когда не мешали этому облака, то этот громадный, покрытый лесами, материк должен был посылать к



Пепельный свет луны.

луне зеленоватые лучи. Их было вполне достаточно, чтобы окрасить в этот цвет ту часть ее поверхности, которая осталась неосвещенной прямым солнечным светом». Ламбер добавляет еще к этому, что по той же самой причине и наша земля, если смотреть на нее с какой-либо другой планеты, может казаться окрашенной в зеленоватый оттенок.

Шрётер нашел, что вторичный свет луны может обладать различной яркостью, в зависимости от того, какая часть земли вызывает его. Когда в наших странах луна по утрам, незадолго до полнолуния, стоит на восточной стороне неба, то земной свет

она получает, главным образом, от громадных пространств Азии и Африки. Когда же после новолуния, по вечерам, она стоит на западе, то свет изливается на нее, главным образом, от земных океанов. Он должен быть, очевидно, слабее того света, какой изливается на луну от материковых областей земли. По-истине нельзя не изумляться всему этому: изучая изменяющийся характер пепельного света луны, мы получаем представление об относительной яркости наших океанов и материков, если наблюдать их с громадного расстояния за пределами земли.

Мы упоминали уже выше, что лунные пятна в своей совокупности представляются для невооруженного глаза в виде дружески улыбающегося лица. Но если рассматривать полную луну в бинокль, то указанное общее впечатление тотчас же исчезает. Мы увидим тогда массу подробностей, которые вообще ускользают от невооруженного глаза. Кроме темных пятен, мы найдем здесь около полнолуния множество ярко блестящих точек, в особенности в южной (нижней) части лунного диска. К югу и влево от небольшого особенно ярко блестящего пятна (несколько правее того места, где можно заметить рот лунного лица) разбегается целая сеть светлых полос или лучей. Сеть эта занимает на лунном диске большое пространство. Это яркое пятно образуется громадным кратером, которому дали имя Тихо. Исходящие от него светлые полосы покрывают значительнейшую часть обращенного к нам лунного диска. Но помимо Тихо имеются еще другие лунные кратеры. В зрительную трубу можно заметить целый ряд таких кратеров. От них точно также разбегаются такие лучи или полосы. Только расположены они для наших наблюдений менее удобно. Да и лучи их не так значительны, как у Тихо. Эти образования получили имя *лучистых кратеров или лучистых кольцеобразных гор*.

Если рассматривать луну в хороший бинокль, не-

задолго до первой четверти, то можно заметить, что внутренний край или световая граница словно зазубрена или усеяна небольшими зубчиками и неровностями. При благоприятном для нас положении луны эти зубчики можно разглядеть даже и без бинокля. Нужно, конечно, обладать хорошим зрением и некоторой опытностью. Они были известны уже в древности. Заметим мимоходом, что это доказывает, вместе с тем, что со времен античных греков острота человеческого зрения не подверглась заметному изменению. Ведь в противном случае древние наблюдатели заметили бы на луне больше или меньше, нежели мы видим простым глазом.

Греческие философы потратили много усилий, чтобы разгадать истинную природу лунных пятен. В этом случае они пришли к очень фантастическим взглядам. Так, Агезианакс полагал, что луна есть своего рода зеркало, а темные пятна суть отражения наших материков и морей. Но подобные воззрения не могли удовлетворить такого человека, как Анаксагор. Его умственному взору луна представлялась таким же миром, как наша земля, с горами, долинами и обитателями. Значительно позже тот же взгляд высказал Плутарх. Он говорит о горных вершинах на луне и сравнивает их с громадной Афонской горой, тень которой в известное время года доходила до медной коробы, стоявшей на рыночной площади города Мирины на острове Лесбосе. Этот взгляд Плутарха, как мы знаем в настоящее время, совершенно правилен. Но в то время он мог быть лишь простым предположением, гипотезой, за правильность которой говорили лишь некоторые аналогии.

Да и мы не ушли бы дальше простых догадок относительно природы луны, если бы не было этого изумительного изобретения зрительной трубы. Только это изобретение расширило слабое от природы зрение человека. В мае 1609 года наступила новая эпоха в деле изучения лунной поверхности: Галилей впер-

вые направил тогда свою небольшую трубу на нашего спутника. Но и с помощью своего несовершенного инструмента знаменитый ученый с первых же шагов убедился в том, что на луне, как и на нашей земле, имеются покрытые горами области и долины. Галилей непосредственно увидал те горы, о существовании которых Плутарх только догадывался. Но в то же время он нашел, что лунные горы по своему характеру сильно отличаются от земных гор. На нашем спутнике он нашел преимущественно кольцеобразные горы, которые напомнили Галилею богемскую котловину. Но этого мало. На внутренней световой границе до и после полнолуния он заметил отдельные блестящие точки, которые напоминали слабо мерцающие звездочки на ночном небосклоне. Математический ум Галилея тотчас же подсказал ему, что эти блестящие точки суть не что иное, как вершины высоких гор, освещаемые лучами восходящего и заходящего солнца. Тогда как их склоны и подошва погружены в ночной мрак.

Вывод этот совершенно правилен. Возьмите небольшую зрительную трубу,—и вы тотчас же увидите такую картину. Вот солнце все выше, выше поднимается над лунными горами, его свет все больше и больше начинает освещать склоны гор, исчезает ночной мрак... Смотрите, блестящие точки близ световой границы месяца становятся все больше и больше, и, наконец, сливаются с остальной освещенной частью лунного диска.

Громадное количество этих кольцеобразных гор на лунной поверхности, вполне естественно, привело в изумление Галилея. Но еще более был изумлен этими образованиями Кеплер, так как земная поверхность не знает ничего подобного. Склонный вообще к умозрению, Кеплер не успокоился, пока не нашел объяснения этому своеобразному явлению, которое так часто наблюдается на лунной поверхности. Кеплер не допускал мысли, чтобы все эти кольцеобразные горы

могли быть созданы природой. Он думал, напротив, что все это дело рук обитателей луны. Он принимал их за громадные углубления, вырытые для того, чтобы в их тени можно было укрываться от палящих лучей солнца. В настоящее время такое объяснение справедливо кажется нам фантастическим. Ведь мы знаем теперь, что некоторые из этих котловин так велики, что в них свободно поместились бы целые страны. Такие же размеры имели и те котловины, которые вообще мог наблюдать Кеплер в свою трубу.

Кеплер не имел никакого представления о таких громадных размерах. Но в подтверждение своего предположения он мог, все же, сослаться на два обстоятельства. Во-первых, на самый факт такого необычайного, повидимому, изобилия этих кольцеобразных, глубоких котловин. А затем действие солнечных лучей на поверхность луны оказывается совершенно иным, нежели это наблюдается на земле. Средняя продолжительность солнечного дня на луне равняется 354 часам 22 минутам. В течение всего этого времени каждая точка лунной поверхности, для которой солнце стоит над горизонтом, непрерывно испытывает на себе действие его лучей. У лунных полюсов день продолжается 179 земных дней. Ночь продолжается столько же времени. Но ночи здесь легко избежать. Стоит только подняться на вершину одной из многочисленных гор, расположенных поблизости обоих лунных полюсов. Для полюсов луны солнце никогда не опускается под горизонт ниже трех диаметров ее видимого диска. Но если подняться у полюсов всего лишь на 1000 м., то горизонт расширяется еще на два градуса. Тогда можно уже видеть солнце. На такой высоте, следовательно, на полюсах луны можно наблюдать вечное сияние солнца. Но в полярных областях луны встречаются еще более высокие горы. Их вершины не знают ночного мрака: тут вечно сияет солнце. Оно исчезает только в те минуты, когда наша земля вызывает на луне солнечное затмение.

Все это может показаться странным. Но легко убедиться в справедливости сказанного. И не нужно даже взбираться для этого на лунные горы. Достаточно взять в руки зрительную трубу. Мы увидим тогда с земли эти блестящие точки при всяком обращении луны. В особенности же в ее южных частях. Когда после новолуния на небе появляется узкий серп, то даже в небольшую зрительную трубу можно заметить у южного рога и несколько выше его ряд блестящих точек. Это и есть вершины полярных лунных гор, сверкающие в лучах вечного света.

Лучи солнца несут одинаково и свет, и тепло. На луне, как мы узнаем это ниже, нет атмосферной влажности. Солнечные лучи достигают благодаря этому лунной поверхности, не утрачивая заметно своей силы. Отсюда сделали вывод, что поверхность луны благодаря такому продолжительному нагреванию в течение дня должна сильно накаляться. Этот вывод нашел себе подтверждение и дальнейшее развитие в исследованиях профессора Франка Вери (Frank Veru) об излучении тепла луной. Эти исследования показали, что значительная часть лунной поверхности испытывает в течение суток большие температурные колебания. Возьмем, например, те широты, где солнце в полдень стоит высоко над горизонтом. Каменные породы накаляются здесь до такой температуры, которая превосходит температуру кипящей воды. Только полуденный зной наших ужаснейших пустынь, где раскаленный песок опалает кожу, и люди, и животные падают замертво, пораженные солнечным ударом, можно сравнить с температурой безоблачной поверхности нашего спутника. Только крайние полярные области луны пользуются в течение дня сносной температурой. Зато по ночам на лунной поверхности наступают ужасные холода. Нам пришлось бы, конечно, превратиться в пещерных обитателей, чтобы найти здесь защиту от этого холода.

Франк Вери говорит в заключение: «Как бы ни

был высок полуденный зной на луне, он был бы еще выше, если бы на луне имелась атмосфера, подобная нашей. Часто это относительное отсутствие воздушной оболочки около луны считали причиной отсутствия всякой жизни на этом небесном теле. А ведь, может быть, что это обстоятельство является, в действительности, единственным средством, чтобы здесь, среди этого зноя, могла существовать какая бы то ни было жизнь».

Исследования Франка Вери вполне отвечают современным научным требованиям. Такой же научный характер носит и данное им решение вопроса о температуре на поверхности луны. В настоящее время мы знаем с полной определенностью, что средняя температура лунного дня стоит заметно выше точки замерзания воды. Ее максимум превышает точку кипения воды. Но зато уже до захода солнца температура падает там ниже точки замерзания. А в течение долгой ночи лунная поверхность охлаждается до 150, быть может, даже до 200° ниже нуля. Отсюда уже ясно, что *общие* условия на луне очень сильно отличаются от наших земных условий. Во всяком случае, нельзя, не впадая в ошибку, населять луну подобными нам существами.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

| | Стран. |
|--|--------|
| Предисловие переводчика | 5 |
| „ автора к 7-му изданию | 7 |
| „ Г. Критцингера к 8-му изданию | 9 |
| Глава I. Зачатки астрономии на Востоке. | |
| Введение. Астрономия древнейших образованных народов преследовала практические цели.—Астрологические учения средних веков. Постепенное развитие новейших воззрений | 11 |
| Глава II. От Греков до Коперника. | |
| Астрономически-философские воззрения греков.—Первая попытка определить величину земной окружности.—Гиппарх и Птоломей.—Птолемея система Мира.—Николай Коперник и новое устройство мира | 24 |
| Глава III. Липперсгей и Галилей. | |
| Изобретение зрительной трубы.—Ганс Липперсгей.—Открытия Галилея на небе.—Сферы Птолемея разрушены.—Процесс Галилея | 40 |
| Глава IV. Кеплер. | |
| Иоганн Кеплер и строение неба.—Юношеские годы и правые работы.—Кеплер в Граце и у Тихо-Браге.—Три закона небесных движений.—Кеплер и Валленштейн.—Смерть Кеплера | 47 |
| Глава V. Ньютон. | |
| Исаак Ньютон.—Как он пришел к открытию тяготения.—Кеплеровы законы, как необходимые следствия закона всемирного тяготения | 57 |
| Глава VI. Гюйгенс, Кампани, Кассини и Доллонд. | |
| Старые астрономические трубы — Открытия Гюйгенса на Сатурне.—Кампани и Кассини.—Ахроматическая зрительная труба Иоганна Доллонда | 65 |

Глава VII. Уильям Гершель и Джон Гершель.

Фридрих-Уильям Гершель, великий астроном-наблюдатель. Юношеские годы.—Учитель музыки в Бате.—Устройство астрономических телескопов.—Открытие планеты Уран.—Придворный астроном английского короля.—Исследование двойных звезд и туманностей.—Изучения строения вселенной.—Смерть Гершеля.—Наблюдение над южным небом 74

Глава VIII. Фраунгофер.

Ахроматический рефрактор.—Иосиф Фраунгофер.—Оптический институт в Мюнхене.—Успехи в производстве стекол.—Большой дерптский рефрактор.—Кенигсбергский гелиометр. Фраунгофера.—Усовершенствования Мерца и Малера.—Гигантские телескопы настоящего времени. — Фотографические телескопы 93

Глава IX. Бессель.

Фридрих Вильгельм Бессель, идеал современного астронома.—Ученик в торговом доме в Бремене.—Встреча с Ольберсом.—Первые его шаги у Шрётера в Лилиентале.—Директор обсерватории в Кенигсберге.—Параллакс звезды № 61 в созвездии Лебедя.—Астрономия невидимого. 114

Глава X. Гаусс.

Фридрих Гаусс, царь математиков.—Раннее развитие его замечательных математических способностей.—Исследования об основаниях геометрии.—Метод наименьших квадратов.—Определение орбиты исчезнувшей планеты Цереры.—Гаусс и французское вторжение.—Гелиотроп.—Гаусс и Вебер.—Последние годы его жизни 128

Глава XI. Энке.

Иоганн Франц Энке, учитель астрономов.—Юношеские годы.—Зеебергская обсерватория близ Готы.—Ускорение в движении кометы со временем обращения в 1200 дней.—Сопrotивление эфира.—Приглашение в Берлин.—Деятельность Энке, как учителя. 142

Глава XII. Секки.

Анжело Секки, астрофизик.—Юношеские годы.—Он поступает в орден иезуитов.—Переселение в Северную Америку.—Возвращение в обсерваторию римской коллегии.—Первые работы над солнцем.—Спектроскоп.—Химия звезд.—Смерть Секки. 149

Глава XIII. Солнце.

Солнце.—Значение солнечного света и тепла для жизни на земной поверхности.—Измерение солнечной энергии.—Происхождение и продолжительность существования солнечного света и теплоты.—Кант и Лаллас.—Нынешнее состояние солнечного шара 162

Глава IX. Солнце.

Температура солнца.—Результаты спектрального анализа.—

Солнечные пятна и солнечные факелы.—Хромосфера и протуберанцы.—Периодичность пятен.—Влияние на метеорологические явления на земной поверхности.—Конец солнечной теплоты . 178

Глава XV. Луна.

Луна.—Близость к земле.—Подробное изучение ее поверхности.—Пятна на диске луны.—Пепельный свет луны.—Исследование лунной поверхности с помощью бинокля.—Светлые полосы и пятна, лучистые кратеры и кольцеобразные горы.—Световая граница.—Особенности лунных образований.—На луне имеются горы, вечно сверкающие в лучах солнечного света.—Температура на поверхности луны 198

Глава XVI. Луна.

Лунные моря.—Название отдельных лунных ландшафтов.—Лучистые горы.—Окраска некоторых лунных ландшафтов.—Природа светлых полос.—Кратеры, окруженные сиянием.—Лунные вулканы.—Трещины.—Происхождение лунных образований.—Новообразования.—Кратер Линнея и Гигиус N.—Местные покровы . . 215

Глава XVII. Луна.

Луна и земля.—Обитаема ли луна?—Вид неба с луны.—Картины, представляющиеся земному наблюдателю с лунной поверхности . 254

Глава XVIII. Внутренние планеты.

Планеты.—Меркурий.—Венера.—Прохождение Венеры перед солнцем.—Марс.—Образования на поверхности Марса.—Луны Марса 273

Глава XIX. Внешние планеты.

Малые планеты.—Юпитер.—Луны Юпитера.—Сатурн.—Кольца Сатурна.—Уран и его луны.—Открытие Нептуна.—Зодиакальный свет 298

Глава XX. Кометы.

Кометы.—Взгляды древних и средних веков.—Пути комет.—Юпитер в роли „ловца комет“.—Комета Галлея.—Комета Энке.—Комета Биэлы 336

Глава XXI. Кометы и падающие звезды.

Большая февральская комета 1880 года.—Большая сентябрьская комета 1882 года.—Исследование комет с помощью спектроскопа.—Комета Гольмса.—Кометы и падающие звезды 353

Глава XXII. Неподвижные звезды.

Небесное пространство и неподвижные звезды.—Деление звезд по величине.—Неподвижные звезды, как солнца 367

Глава XXIII. Созвездия.

Созвездия.—Происхождение зодиака.—Позднее названные созвездия.—Названия главнейших звезд.—Общий обзор 378

Глава XXIV. Расстояние звезд от земли.

Неизмеримость мирового пространства.—Расстояние ближайших неподвижных звезд от земли.—Определение расстояния звезд различной яркости 382

Глава XXV. Классы звезд и двойные звезды.

Видимое распределение звезд на небесном своде.—Исследование спектров неподвижных звезд.—Температура неподвижных звезд.—Двойные звезды 387

Глава XXVI. Собственное движение неподвижных звезд.

Движение неподвижных звезд.—Сириус.—Движение солнца в пространстве.—Фотографические звездные карты.—Предположения относительно строения нашей звездной системы 411

Глава XXVII. Переменные и новые звезды.

Изменения в яркости неподвижных звезд.—Изменения яркости Алголя.—Новые звезды 428

Глава XXVIII. Звездные кучи и туманности.

Звездные кучи и туманные пятна.—Открытие Гершеля и его взгляды на сущность туманностей.—Применение спектроскопа и фотографии.—Спиральные туманности и их значение во вселенной 439

Глава XXIX. Млечный Путь.

Млечный Путь.—Темные места в Млечном Пути.—Заключительные выводы 460

