А. ВАН ХЕЛДЕН (США)

ИЗМЕРЕНИЕ ДОЛГОТЫ И СПУТНИКИ ЮПИТЕРА: 1610—1775

От редакции

Альберт Ван Хелден — профессор кафедры Линетта С. Отри в университете Райс в Хьюстоне, один из самых известных историков астрономии. Он родился в Гааге, в 1955 г. эмигрировал в США. Свою академическую карьеру начинал в металлургии после окончания Стивенсовского технологического института. Проработав два года по металлургической программе в компании «Форд мотор», он поступил в аспирантуру по истории науки в Империал-колледж Лондонского университета, в 1970 г. защитил докторскую диссертацию и, вернувшись в Америку, стал работать в Райсе.

Среди наиболее известных его работ «Изобретение телескопа» (Invention of the Telescope, 1977), «Измерения вселенной от Аристарха до Галлея» (Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley, 1985), «Звездный вестник, или посланец со звезд» (Sidereus Nuncius, or the Sidereal Messenger, 1989), «Джулиан Хаксли: биолог и человек науки» (Julian Huxley: Biologist and Stateman of Science, 1993), он автор нового комментированного перевода на английский знаменитой книги Галилео Галилея «Звездный вестник» (1989). В настоящее время вместе с Марио Бьяджоли работает над проектом, касающемся диспута между Галилеем и Кристофом Шайнером.

Предлагаемая вниманию читателей статья представляет собой переработанный и представленный специально для публикации в нашем журнале вариант лекции, прочитанной Ван Хелденом 5 ноября 1993 г. на Симпозиуме по истории измерения долготы (см.: ВИЕТ. 1994. № 1. С. 159—161). На языке оригинала статья будет опубликована в книге «Longitude Found: Proceedings of the Longitude Symposium», предположительно в 1995 или 1996 г.

В 1993 г. исполнилось 300 лет со дня рождения Джона Гаррисона, изобретателя первого хронометра, позволившего проводить точные измерения времени на борту корабля и определять долготу его положения в открытом море. Однако еще задолго до этого были попытки определения долготы по наблюдениям затмений спутников Юпитера, открытых вскоре после создания телескопа. В то же время людям практического склада с самого начала было ясно, что воспользоваться телескопом на борту корабля для наблюдения затмений и соединений спутников Юпитера почти невозможно. Таким образом, мы оказываемся перед вопросом: если непригодность этого метода и в самом деле была столь очевидна, почему же тогда многие умные люди на протяжении почти двух веков, вплоть до появления точных морских хронометров в начале XIX в., старались улучшить этот метод и приспособить его для практических нужд? Ответ представляется обманчиво простым: метод давал превосходные результаты на суше. Пока мореплаватели блуждали по морям, путаясь в превалирующих направлениях ветров, астрономы разных стран общими усилиями наносили на карты точные координаты островов, мысов и портов. В конце концов, проблема измерения долготы на море приобретает свое значение только в контексте измерения ее на суше, ибо какая польза мореплавателю, приближающемуся к Каролине или Вирджинии, знать, где находится его корабль, если он не знает, где находится мыс Хаттерас?

Проблема измерения долготы важна и для землепроходцев. Вот пример для иллюстрации. 9 апреля 1682 г. Рене Робер Кавелье де Ла Салль воздвиг крест в устье Миссисипи и провозгласил область от Канады (где он начал свое путе-

ВИЕТ. 1994. № 4. С. 42—58. © А. Ван Хелден;
перевод Д. А. Баюка

шествие) до Мексиканского залива собственностью французского короля Людовика XIV. Затем он поднялся вверх по реке и вскоре вернулся во Францию через Канаду. В 1684 г. Ла Салль вновь прибыл в Мексиканский залив во главе экспедиции, намереваясь основать военное поселение в устье Миссисипи и утвердить там французское военное присутствие. Участники экспедиции достигли залива Матагорда у техасского побережья, неподалеку от нынешнего Корпус-Кристи, думая, что находятся поблизости от устья Миссисипи. Эта ошибка более чем в 600 миль была причиной провала экспедиции и, кстати, гибели самого Ла Салля. Рис. 1 и 2 показывают, как изображается этот район на современных картах и каким, по-видимому, представлял его себе Ла Салль (см. [1, с. 306—307]). Как мог он совершить такую чудовищную ошибку? Ответ заключается в том, что подобные Ла Саллю путешественники, исследовавшие дальние страны и полагавшиеся при этом на крайне неточные карты, имели столь же приблизительные представления о долготе, что и мореплаватели посреди океанов, и, как показывает гибель Ла Салля (его убили его же собственные люди), следствием этого невежества была столь же большая опасность. По иронии судьбы как раз в то самое время, когда Ла Салль исследовал земли Нового Света, астрономы его короля стали широко применять наблюдения спутников Юпитера для определения долготы, что положило начало революции в геодезии.

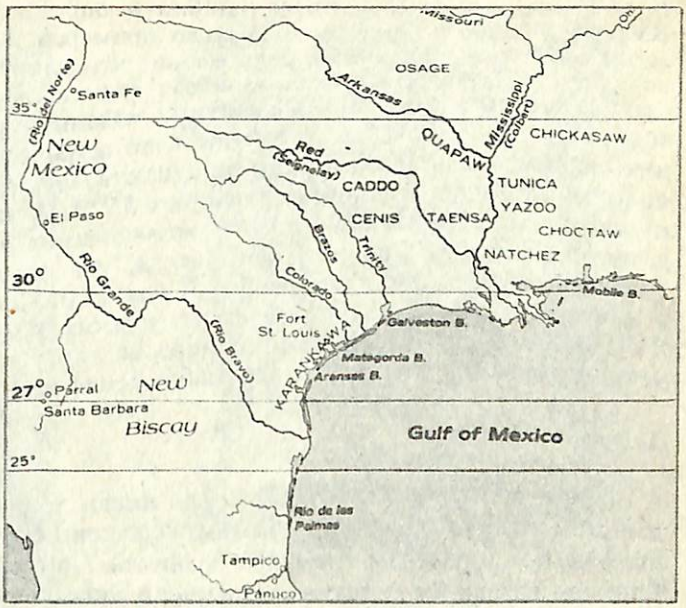


Рис. 1. *Побережье Карибского залива во время экспедиции Ла Салля. Карта приготовлена Р. Р. Уильямсом. Публикуется с разрешения «American Historical Review».*

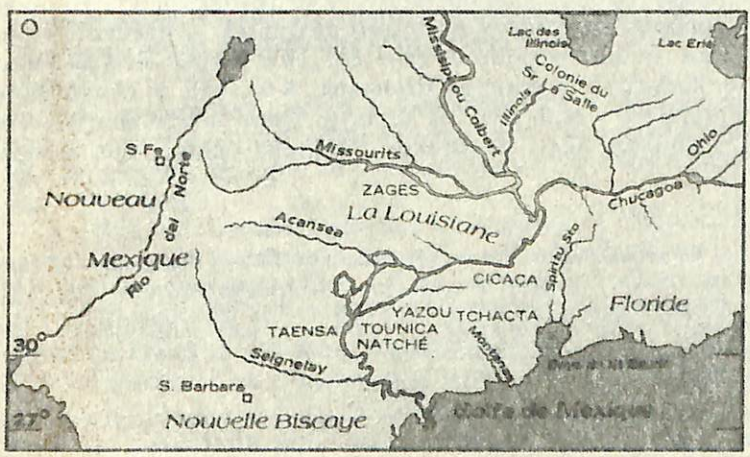


Рис. 2. *Реконструкция представлений Ла Салля о течении реки Миссисипи. Карта приготовлена Р. Л. Уильямсом. Публикуется с разрешения «American Historical Review».*

Следовательно, мы должны посмотреть на проблему с более общих позиций. В то время как европейцы расширяли сферу своей активности, их основной концепцией была концепция координатного пространства. Познать земной шар значило отразить его на картах, а отразить его на картах значит определить ко-

ординаты мест-ориентиров, что не касается морей, так как там таких ориентиров нет. Сколь же велики были ошибки в определении долготы на картах мира XVII—XVIII вв.? Приведу несколько примеров. В начале XVII в. было обнаружено (об этом еще пойдет речь ниже), что длина Средиземного моря, по которому путешествовали с незапамятных времен, дается на самых новых картах с ошибкой в 10°, а в ранних печатных изданиях «Географии» Птолемея ошибка составляет 19°*. Позднее в том же веке астрономические измерения, проведенные на Востоке, показали, что на существовавших тогда картах мира ошибки в положении Китая и Японии достигают 55°**. А уже в 1769 г. совместная французско-испанская экспедиция, отправившаяся в Калифорнийский залив наблюдать прохождение Венеры, обнаружила, что положение полуострова на картах того времени указано с ошибкой в 5° (см. [3]). Подобные ошибки исчезли только в начале XIX в., когда применение морских хронометров стало привычным. В XVII и XVIII вв. при нанесении мира на карту использовался главным образом метод измерения долготы путем наблюдения затмений спутников Юпитера.

Перек и Галилей

Обычно исторические проблемы не имеют точной даты возникновения. В данном же случае мы можем сказать совершенно определенно: проблема измерения долготы по спутникам Юпитера возникла 7 января 1610 г. вскоре после заката. Юпитер находился в противостоянии и ярко сиял на вечернем небе, когда Галилей направил на него телескоп, специально приспособленный для наблюдения за яркими небесными телами (об этом см. *«Siderius Nuncius»* [4, т. 3, с. 80; 5, с. 64—65], а также письмо Галилея Антонио Медичи от 7 января 1610 г. [4, т. 10, с. 277]). То, что случилось потом, хорошо известно: к концу 1610 г. спутники Юпитера наблюдали: Иоганн Кеплер в Праге [6], Томас Харриот в Сионе, что близ Лондона [7], Никола-Клод Фабри де Перек и Жозеф Готье де Лавалет в Экс-ан-Прованс [8, л. 189r—223r; 9—10], иезуитские математики римской коллегии (см. письмо Кристофора Клавия Галилею от 17 декабря 1610 г. [4, т. 10, с. 485—486]) и, как утверждается, Симон Марий в Ансбахе, что близ Нюрнберга***. Проблема измерения долготы вообще и долготы на море в частности была очень важна, и потому сразу же возникла идея использовать этот прекрасный природный хронометр. 1610 год можно смело считать началом всех попыток измерить параметры орбиты спутников Юпитера и составить соответствующие таблицы. Перек наблюдал спутники с 25 ноября 1610 по 21 июля 1612 г., а журнал его наблюдений переплетен в одном томе с таблицами, составленными его помощником Готье, судя по всему, уже готовыми к публикации. Согласно таблицам, орбиты спутников идеально круговые, а плоскости обращения лежат в плоскости эклиптики [8, л. 3r—18v; 18]. Перек использовал эти таблицы при расчете эфемерид спутников Юпитера. А в 1612 г. некто Жан Ломбар предпринял путешествие в Марсель, на Мальту, Кипр и в Триполи, что в Ливане, наблюдая за расположением спутников Юпитера всюду, где только

---

* Это утверждение основано на данных из биографии Перека, написанной Гассенди. Гассенди исходил в своих расчетах из того, что длина Средиземного моря — 60°, как дается в изданиях «Географии» Птолемея XV в. (см., например, [2]). Во времена Гассенди эта величина была уже исправлена. Так, в различных изданиях *«Theatrum Orbis Terrarum»* Абрахама Ортелия (Антверпен, 1570 или Лондон, 1606) и «Атласа» Меркатора длина Средиземного моря уменьшена до 51—53°. Современные атласы дают значение около 41°.

** Например, у Ортелия. Следует также отметить, что на восточных картах долгота одних и тех же объектов нередко менялась от карты к карте в пределах одного и того же атласа.

*** См. [11], полный немецкий перевод в [12] и неполный английский в [13]. Аргументы «за» и «против» независимости открытий Мария см. в [14—17].

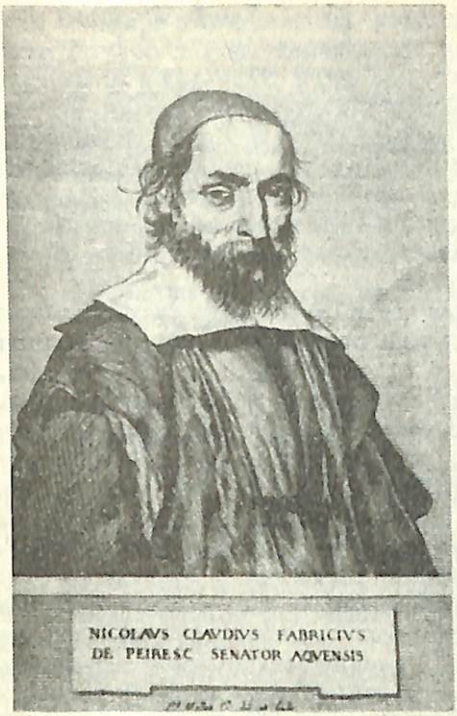


Рис. 3. *Никола-Клод Фабри де Перек. Гравюра Клода Мельяна (1637). Публикуется с разрешения Musée Boucher de Perthes, Абервиль, Франция.*

Рис. 4. *Галилео Галилей. Фронтиспис книги «Il Saggiatore» (Rome, 1623)*

возможно [8, л. 251г—277г]. Но для определения долготы одних этих наблюдений было недостаточно. В биографии Перека, написанной Гассенди, так говорится по этому поводу:

> Но они недостаточно удовлетворили его; не мог он и не обнаружить, что, хотя все Кон фигурации этих Планет были занесены в Эфемериды, его открытие не смогло стать столь общим, как он надеялся. Ибо он знал, что мореплаватели не могут делать измерений либо днем, либо когда небо в тучах, ни когда Юпитер бывает в соединении с Солнцем, или когда ночью он скрывается за Землей, ни в течение той половины года, когда они на одной стороне мира, а Юпитер на другой, а также в иных подобных случаях. А потому он оставил эту заботу в надежде, что Галилей или Кеплер сейчас или потом возьмутся за разрешение такой задачи и смогут сделать это при своем хитроумии [19, с. 147].

Два десятилетия спустя Перек вернулся к этой проблеме, предложив на сей раз сопровождать наблюдения спутников одновременными наблюдениями лунных затмений. Именно таким образом была найдена ошибка в 10° в длине Средиземного моря.

В книге *«Un amateur: Peiresc»* Пьер Умбер заключает свой рассказ о ранних опытах Перека по измерению долготы рассуждениями о том, что, вероятно, Жан Ломбар первым наблюдал затмения спутников Юпитера во время своих длительных путешествий [9, с. 90]. Записи наблюдений Ломбара не дают никаких оснований думать, что это действительно так. А вот дневники наблюдений и расчетов Галилея ясно показывают, что он наблюдал затмения спутников Юпитера

не позднее 1612 г. [4, т. 3, с. 451, 527, 530, 534]. Именно в это время в своих расчетах он начинает принимать во внимание «*prostaphaeresis*», т. е. угол между Землей и Солнцем, как он виден с Юпитера* [там же, с. 521—542]. К сентябрю того же года Галилей, установив периоды обращения спутников и составив таблицы их движения, предложил испанскому королю обучать моряков наблюдать спутники Юпитера для определения долготы. Это предложение было включено Великим герцогом Тосканским в общий пакет предложений испанской короне, который был впоследствии отклонен Испанией. Но Галилей до конца жизни время от времени возвращался к попыткам пропагандировать идею измерения долготы на море с помощью спутников Юпитера.**

После запрета инквизиции в 1616 г. защищать и доказывать справедливость теории Коперника Галилей целиком посвятил себя проблеме измерения долготы. В предложении, поданном испанскому королю, он доказывал, что традиционный метод счисления пути и плавание вдоль параллелей — безнадежны, когда целый океан отделяет мореплавателя от цели. Определение долготы по лунным затмениям давало лучшие результаты; с помощью этого метода удалось, в частности, добиться значительных улучшений в картографии, хотя на картах мира все еще оставались существенные ошибки, особенно в том, что касается положения земель Восточных Индий. Был целый ряд проблем, связанных с этим методом. Во-первых, лунные затмения происходят слишком редко для практического использования на море, во-вторых, невозможно точно определить время вхождения Луны в тень Земли и выхода оттуда — нередки были ошибки до четверти часа, а следовательно, и ошибки в долготе до 4°. Затмения же спутников Юпитера происходят довольно часто — их около тысячи в год — и могли быть зафиксированы с точностью до одной минуты, что соответствует $15'$ ошибки в долготе. Более того, как утверждал Галилей, сами лунные и солнечные таблицы неточны, предсказания лунных затмений, сделанные по ним, также могут приводить к ошибкам до четверти часа, и, значит, полная ошибка при определении долготы может достигать 8°. «Следовательно, ясно, — продолжал он, — что когда наши затмения и прочие подобные явления будут описываться и управляться таблицами настолько совершенными, что в них не будет ошибки и в одну минуту часа, тогда можно будет сказать, что все дело сведется к полному совершенству, которое лежит в пределах нашего знания» [4, т. 5, с. 420—421]***.

Галилей предлагал сделать сотню телескопов с увеличением в 40—50 раз и отправить их в Испанию для тех, кому они нужны. Он мог бы послать в Испанию специально обученного человека, который остался бы там и обучал прочих обращаться с телескопом. Сам Галилей мог бы ежегодно посылать эфемериды конфигураций спутников Юпитера, чтобы обученные навигаторы могли с помощью наблюдений определять свое местоположение в открытом море. Наконец, Галилей предлагал написать «пространное и ясное изложение», с помощью которого будущие астрономы могли бы улучшать его результаты [там же, т. 12, с. 292—293].

В ответ граф Элси указал на самое суть проблемы: метод неприменим на борту корабля в открытом море.

---

* В современной терминологии это «фазовый угол». — *Примеч. перев.*

** Превосходный рассказ С. Бедини о переговорах Галилея с Испанией до 1630-х гг., а затем с Голландией (1636—1640) см.: [20].

*** Этот документ, сохранившийся среди бумаг Галилея, написан не его рукой. Антонио Фаваро тем не менее утверждает, что он принадлежит Галилею [там же, с. 416—417], а также [21, с. 104—105; 22]. Стиллман Дрейк включил полный перевод этого документа в свою книгу [23, с. 257—259]. В ней Дрейк утверждает, что документ датируется 1616 г., что, безусловно, выглядит правдоподобнее, чем датировка его более ранним периодом.

Из Вашего сообщения мне стало ясно, что промежутки времени, через которые можно видеть одну и ту же конфигурацию звезд вокруг Юпитера, позволят быстро определить истинные долготы городов и прочих мест по отношению друг к другу. Но прежде, чем они станут известны, обязательно и необходимо увидеть указанные звезды и их конфигурации. Мне же неизвестно, как можно это сделать на море или, по крайней мере, с той частотой и скоростью, которая необходима тем, кто занимается навигацией. Ибо, даже не говоря о невозможности использовать телескоп на корабле в силу движения последнего, даже если бы его можно было использовать, он был бы бесполезен днем либо пасмурной ночью просто потому, что не видно звезд, а навигатору надо час за часом знать градус долготы, на которой он находится [там же, т. 12, с. 353].

Эти замечания не должны приводить нас к мысли, что Галилей был далек от практических проблем. Ближе к истине как раз обратное. Во-первых, хотя в 1616 г. еще не существовало точных таблиц, дававших долгосрочные предсказания затмений спутников, Галилей уже пять лет занимался наблюдениями и вычислениями и умел рассчитывать движение спутников на ближайшее время. Во-вторых, он прямо занимался проблемой использования телескопа на борту корабля и изобрел специальное устройство с укрепленным телескопом, названное им *«celatone»*. Одно из таких приспособлений было изготовлено в арсенале Великого герцога и испытано Галилеем на борту галеры, ошвартованной в заливе Ливорно. Несколько месяцев спустя его друг и ученик Бенедетто Кастелли повторил испытания в море. Это устройство было оснащено слабосильным телескопом, не позволявшим наблюдать спутники Юпитера, но в принципе давало возможность использовать его на борту корабля [там же, с. 311—312, 344, 346]. Тосканский главнокомандующий Джованни де Медичи, вовсе не будучи другом Галилея, «счел это изобретение более важным, чем изобретение самого телескопа» (из письма Бенедетто Кастелли Галилею от 7 февраля 1618 г. [там же, с. 372]).

Следует помнить, что галилеевский телескоп (с вогнутой линзой в качестве окуляра), использовавшийся до 1650 г., был отнюдь не оптимален для подобных наблюдений. Его угол поля зрения был чрезвычайно мал, так что найти планету и ее спутники в небе было крайне сложно, и почти так же сложно было не

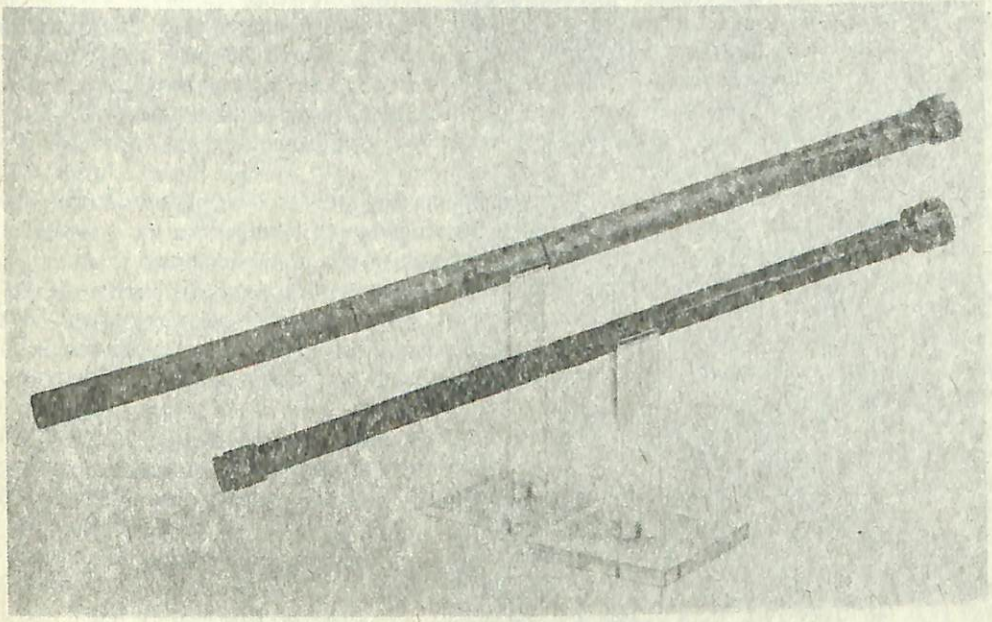


Рис. 5. *Телескопы, приписываемые Галилею.*
Публикуется с разрешения Института и музея истории науки, Флоренция.

терять ее из виду. Более того, как показали ранние исследования самого Галилея, линзы телескопа не были вполне взаимозаменяемы, поэтому инструменты, с помощью которых можно было бы наблюдать спутники Юпитера, были довольно редки. К 1616 г. в Испании их было всего несколько штук*. В 1637 г. во время переговоров Галилея с Республикой Соединенных провинций Мартин Гортензий признавал, что даже через лучший телескоп, изготовленный в Голландии, диск Юпитера виден нечетким и «волосатым», так что точные наблюдения спутников были возможны только тогда, когда они располагались вблизи планеты (см. письмо Гортензия Галилею от 26 января 1637 г. [там же, т. 17, с. 18]).

В своем ответе графу Элси Галилей пытался отвести выдвинутые возражения против предложенного метода, ссылаясь на будущих изобретателей:

> Это целое искусство, которое все еще развивается; оно основано на новых принципах и методах, лучших и наиболее достойных. Оно нуждается во внимании, присмотре и поощрении; со временем и приобретением опыта оно принесет плоды, сокрытые в его семенах и корнях [там же, т. 12, с. 361].

Как Перек, так и Галилей сохраняли интерес к проблеме на протяжении всей жизни. С 1633 по 1636 г. Перек возглавлял настоящее «Бюро долгот», призывая наблюдателей из отдаленных мест следить за затмениями Луны и Солнца [9, с. 217—231]. Галилей не отказывался от своих попыток переубедить испанский двор вплоть до 1630-х гг., а с 1636 г. начал переговоры на эту же тему с Республикой Соединенных провинций, на этот раз претендуя на премию в 30 тысяч флоринов [24, с. 289—338; 25, с. 111—129]. Однако ни Перек, ни Галилей не публиковали своих предложений об использовании наблюдений спутников Юпитера для измерения долготы. Симон Марий был первым, кто издал свои таблицы, но без упоминания об их связи с проблемой измерения долготы (см. [11—13]). Винченцо Реньери (1606—1647), продолживший наблюдения своего учителя после того, как Галилей ослеп, сопроводил издание 1639 г. таблиц движения планет солнечной системы заявлением, что он скоро также опубликует таблицы движения спутников Юпитера, которые будут полезны для определения долготы на море (см. [26, ч. 2, с. 610]). Несколько лет спустя Пьер Эригон упомянул этот метод в своем популярном курсе математики [27, т. 5, с. 872]. Ему были известны предложения Галилея на этот счет, но он, по-видимому, не знал деталей. Заявляя, что эта идея пришла ему в голову двумя годами раньше, чем он услышал об исследованиях Галилея, Эригон указывал на соединения спутников с Юпитером как на наиболее подходящие для измерения моменты. Он не был астрономом-практиком и потому не знал, что определяющим в данном случае является качество телескопов.

Ян Гевелий в своей оказавшей значительное влияние *«Selenographia»* (1647), где систематизированы лунные затмения, также касался вопросов, связанных со спутниками Юпитера, но лишь вскользь упоминал об использовании моментов их соединений друг с другом и с самим Юпитером для измерения долготы [28, с. 46]. Кроме Эригона и Реньери об исследованиях Галилея писал также Джованни Баттиста Риччоли в *«Almagestum Novum»* (1651); о них ему стало известно от Мишеля Флорана ван Лангерна, королевского космографа, а также от ученика Галилея Буонавентура Кавальери, который, как и Риччоли, учился в Болонье (см. [26]). Метод не произвел на Риччоли особого впечатления, и в *«Geographia Reformata»* (1661, 1672) он ясно дает понять, что считает его значительно менее обещающим, чем другие методы измерения долготы [29, с. 317,

---

* В марте 1610 г. Галилей писал секретарю Великого герцога, что из 60 изготовленных им телескопов лишь единицы достаточно хороши, чтобы наблюдать сделанные им открытия [там же, т. 10, с. 301]. Искусство изготовления хороших телескопов распространялось по Европе очень медленно.

326—328]. Наблюдения проводил и Джованни Баттиста Одьерна, опубликовавший свои таблицы в 1656 г.

И Галилей, и Симон Марий (в таблицах 1614 г.) принимали во внимание *prostaphaeresis* (или годичный параллакс земной или солнечной орбиты), однако оба заблуждались насчет широты спутников. Они оба также полагали, что по отношению к некоторой системе отсчета спутники движутся равномерно по круговым орбитам. В этом таблицы Одьерны были значительно улучшены по сравнению с таблицами Мария. Одьерна относил движение Юпитера к Солнцу, так что синодический период следовало вычислять по отношению к средней точке тени Юпитера. Значения широт у Одьерны также были намного точнее. Таблицы включали эфемериды середин затмений спутников с 1650 по 1682 г. И все же скоро стало ясно, что и эти таблицы недостаточно хороши (см. [18]). Примерно тогда же аналогичные попытки предпринял вблизи Лондона Лоренс Рук, но он умер, не доведя дело до конца (см. [30]). До 1660-х гг. астрономы все еще не пользовались методом измерения долгот по спутникам Юпитера для определения точного местоположения разбросанных по Европе обсерваторий — метод лунных затмений оставался предпочтительным.

Джованни Доменико Кассини

В 1650 г., когда Кассини стал профессором астрономии университета в Болонье, ему было только 25 лет. Его первое исследование посвящено связи между параллаксом и рефракцией, и его результаты стали наиболее важным вкладом ученого в астрономию. В середине 1660-х гг. он обратился к римскому мастеру Джузеппе Кампани, благодаря искусству которого качество телескопов значительно улучшилось. С помощью телескопа Кампани Кассини смог сделать ряд замечательных открытий, связанных с наблюдениями поверхностей и изучением вращения Марса и Юпитера, а также прохождений спутников Юпитера по его диску. Он наблюдал спутники в течение ряда лет и в 1668 г. опубликовал свои таблицы [31]. Именно с этой публикации метод начал свою жизнь. Однако, хотя таблицы Кассини были значительно лучше всех предыдущих, они оставались недостаточно совершенными. Начало широкого использования метода было связано с влиянием авторитета самого Кассини не меньше, чем с качеством его таблиц.

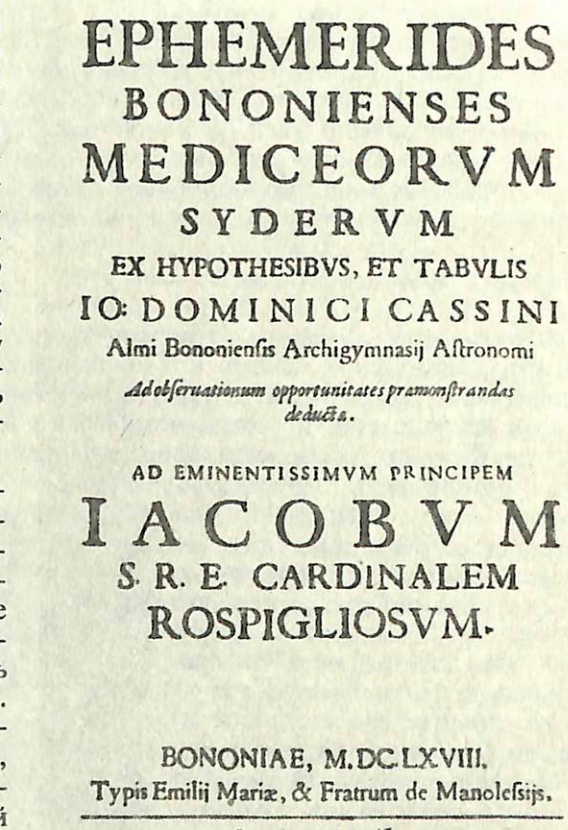
Рис. 6. *Портрет Джованни Доменико Кассини. Публикуется с разрешения Парижской Национальной библиотеки*

В 1669 г. Кассини переехал в Париж, где вскоре возглавил все астрономические исследования в Королевской академии наук. Хотя его таблицы не позволяли наблюдателям из отдаленных мест измерять долготу своего местоположения, они давали приблизительные указания, когда следует ожидать затмения, а это позволяло

планировать наблюдения. У академии нашлись средства профинансировать и должным образом организовать работы. Путешествие Жана Пикара в 1671—1672 гг. в Данию для уточнения долготы обсерватории Тихо Браге — прекрасный тому пример. Предполагаемое время затмений было сообщено Пикару, пока он продвигался к Дании, и там он смог наблюдать серию затмений, пять из которых одновременно наблюдал Кассини и его сотрудники в Париже. Пикар, ставший сторонником нового метода, писал в отчете:

> К тому, что затмения Луны происходят нечасто, [следует добавить, что] нет ничего более удобного и более надежного для определения долготы, чем наблюдения первого спутника Юпитера, либо когда он затмевается, входя в тень, отбрасываемую Юпитером, либо когда он выходит оттуда, возвращая себе свою яркость, ибо по отношению к нам это происходит так быстро, что в ясную погоду с телескопом от 14 до 20 футов можно быть уверенным в точности измерения до нескольких секунд [à peu de secondes prés]; добавим к этому также то, что с помощью таблиц г-на Кассини легко предсказывать предстоящие наблюдения и только ими и ограничиваться [32].

В то время как Галилей претендовал лишь на точность в пределах минуты, Пикар пять десятилетий спустя говорил о нескольких секундах*. Но там, где Галилей говорил о таблицах, более осторожный Пикар ведет речь об одновременных измерениях. Прочие не были столь воодушевлены новым методом. Ян Гевелий, один из наиболее выдающихся европейских ученых, проводивший наблюдения затмений в то же самое время, писал: «Станут ли эти явления столь же полезны в измерении расстояния между меридианами, как и покрытия неподвижных звезд Луной, я сильно сомневаюсь» [33, с. 3030]. Среди французских



EPHEMERIDES
BONONIENSES
MEDICEORVM
SYDERVM
EX HYPOTHESIBVS, ET TABVLIS
IO: DOMINICI CASSINI
Almi Bononienſis Archigymnasij Aſtronomi
Ad obſeruationum opportunitates pramonſtrandas deducta.

AD EMINENTISSIMVM PRINCIPEM
IACOBVM
S. R. E. CARDINALEM
ROSPIGLIOSVM.

BONONIAE, M.DC.LXVIII.
Typis Emilij Mariæ, & Fratrum de Manolesſijs.

Superiorum permiſſu.

Рис. 7. *Титульный лист книги Кассини «Ephemerides Bolonienses Mediciorum Syderum». Bologna, 1668. Публикуется с разрешения Парижской обсерватории.*

* Интересно сравнить предсказания Кассини для времени появления первого спутника Юпитера 25 октября 1671 г. с результатами измерений Пикара: обсерватория Пикара в Ураниборге — $6^h7^m20^s$; предсказание Кассини для Ураниборга — 6^h41^m; обсерватория Кассини в Париже — 6^h15^s. Кассини делал свои расчеты до того, как Пикар проводил измерения расстояния по долготе между Парижем и Ураниборгом, но из результатов Пикара следовало, что оно равно 42 мин; Кеплер и Риччоли оценивали его в 40 и $45^1/_2$ мин соответственно. Из 16 мин разницы между предсказанным и измеренным временем не более нескольких минут, следовательно, может быть приписано ошибке в долготе: в 1671 г. таблицы Кассини давали 15 мин ошибки для первого и наиболее хорошо изученного спутника. Это значение совпадает с ошибками, которые пять лет спустя привели Рёмера к мысли о конечности скорости света. Очевидно, только одновременные измерения могли дать полезный результат в этом отношении.

астрономов метод получил признание два года спустя, после экспедиции Ришера в Кайенну, в ходе которой по одновременным наблюдениям лунного затмения и соединения первого спутника с Юпитером было измерено расстояние Кайенны от Парижа по долготе, оказавшееся равным 3^h29^m [34]. Тем временем работа Кассини и его сотрудников над теорией спутников в Парижской обсерватории продолжалась. В 1674 г. Рёмер обнаружил в таблицах систематическую ошибку, которая привела его к мысли о конечности скорости света. В 1676 г. теория Рёмера была подтверждена наблюдениями (см. [18, с. 152—154]), а на следующий год Кассини смог проверить свою теорию относительно широты спутников: они появились, выстроившись вдоль прямой линии в то самое время, которое он и предсказал [35].

Под руководством Кассини метод продолжал совершенствоваться и перепроверяться. Кассини писал:

> Лишь после большого количества экспериментов по наблюдению за этими спутниками в сотрудничестве с другими коллегами, сначала в одном и том же месте, затем в двух разных местах, удаленных друг от друга, мы смогли выяснить, какие фазы наиболее подходят для измерения долгот. Эти эксперименты доказали нам, что наиболее предпочтительными по отношению ко всем прочим фазам являются затмения, когда спутники претерпевают прохождение через тень Юпитера, начало и конец которого, а иногда и то и другое, можно наблюдать без помощи двух человек, разделенных между собой четвертью минуты часа (что есть точность много большая чем та, которую можно было достичь ранее наблюдениями за затмениями Луны), и что затмения первого спутника, который быстрее прочих и входит в тень более прямо, могут быть определены с еще большей точностью; что после этих затмений можно также наблюдать соединения спутников с Юпитером или друг с другом, в особенности когда они встречаются, двигаясь навстречу друг другу; и что тени, которые они отбрасывают на диск Юпитера, когда проходят между ним и Солнцем и которые, как мы обнаружили, часто весьма заметны, также полезны для этих измерений, как и постоянные пятна, часто появляющиеся на поверхности Юпитера и обращающиеся вокруг него, что есть движение наиболее быстрое из всех, что мы до сих пор открыли в небесах, хотя момент прохождения этих пятен через центр Юпитера не может быть определен с той же точностью, что момент затмения спутников [36].

В ходе начального этапа нанесения на карту прибрежных регионов Франции Пикар, Кассини и их коллеги для измерения долгот полагались исключительно на затмения спутников Юпитера. В 1680 г. академия опубликовала полученную карту, чтобы показать в целом прибрежную линию Франции согласно результатам Пикара и де Лагире и сравнить эту карту с наилучшей из всех предыдущих — картой Сансона. Легенда гласит, что король Людовик XIV, увидев новую карту, пожаловался, что из-за своих астрономов он потерял больше территории, чем из-за своих врагов, ибо положение Бреста на этой карте сместилось к востоку не меньше чем на градус, т. е. примерно на 50 миль (см. [37]). Теперь стало ясно, что спутники Юпитера — это ключ к реформе астрономии, что они оказались королевским средством для установления точных значений долгот и преобразования географии. По словам Кассини,

> ...это начинание по совершенствованию географии образом новым и превосходящим все то, что до сих пор можно было себе представить, соответствовало намерениям Его Величества при создании его Академии наук; он приказал, чтобы были отобраны люди, способные продолжать его в различных местах, следуя переданным им инструкциям, и чтобы были найдены подходящие оказии для отправки их в отдаленные земли [38, с. 51].

Это утверждение приобретает особый смысл, если мы вспомним о Ла Салле, который лишь объявил бóльшую часть Нового Света — территорию Луизианы — землями Франции, имея довольно смутное представление о ее географической протяженности, и который в то время, когда Кассини писал эти строки, входил в воды залива Матагорды, думая, что находится вблизи устья Миссисипи.

Когда в 1681 г. академия отправляла трех человек на Горэ, маленький островок в группе островов Зеленого Мыса, их сперва обучили необходимым наблю-

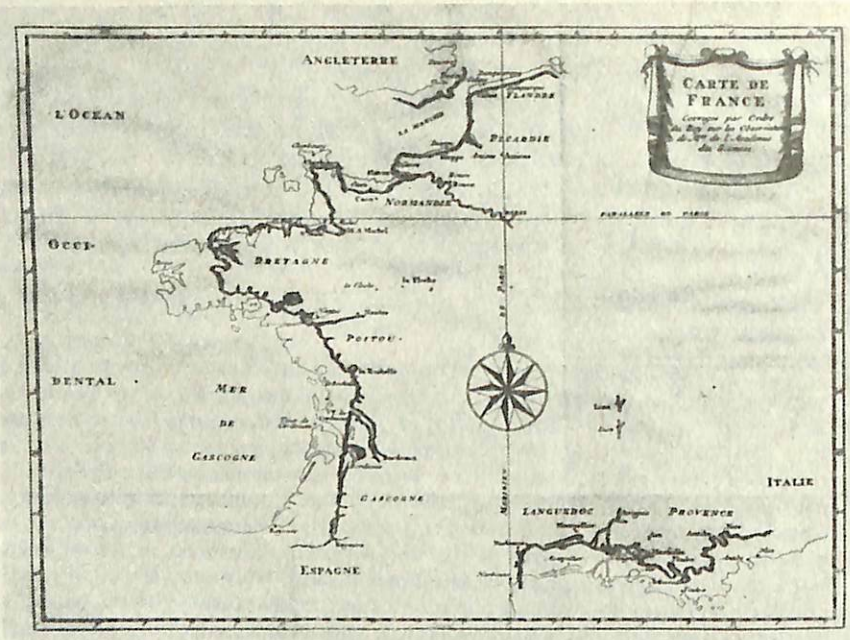


Рис. 8. *Карта Франции из книги Пикара «Observations Astronomiques faites en divers Endroits du Royaume de France» (1680). Из личной коллекции автора.*

дениям, а затем им были переданы «Общие инструкции к географическим и астрономическим наблюдениям, надлежащим к проведению во время путешествий» [там же, с. 52—58]. Почти половину этого документа Кассини посвятил установке часов, чтобы обеспечить точность определения времени входа спутника в тень и выхода из нее. Кроме того, там были рекомендации по измерению меридиональных высот Солнца и неподвижных звезд и, наконец, по определению времени собственно затмений спутников Юпитера:

> Наиболее подходящими наблюдениями для определения долготы являются моменты вхождения первого спутника Юпитера в тень и выхода из нее. При вхождении можно наблюдать постепенное уменьшение спутника. Если это возможно, следует считать секунды времени, которые проходят от начала видимого уменьшения спутника до его полного исчезновения. В момент, когда он исчезает, следует начать счет снова, и если окажется, что после начала счета он снова появляется, что иногда бывает, счет следует прекратить и начать снова, когда спутник исчезнет. Убедившись, что спутник больше не появляется, следует продолжить счет до тех пор, пока часы не отметят секунды. Тогда отсюда вычитается то, что было отсчитано от последнего момента, когда спутник исчез, и результат нужно записать вначале. Если был отмерен интервал от начала исчезновения спутника до его полного исчезновения, его также следует записать; в ином случае не следует утруждать себя, ибо делается это лишь затем, чтобы дать точное описание проведения измерений [там же, с. 56—57].

Там же содержалась инструкция для определения времени выхода из тени, начало которого установить еще сложнее. Кроме того, Кассини указывал, что в течение восьми дней до и после противостояния Юпитера вход первого спутника в тень и выход оттуда не могут быть точно зафиксированы, так как они происходят слишком близко от Юпитера. Затем Кассини переходил к соединениям спутников с Юпитером и друг с другом, дав подробные инструкции, как определять время этих событий в каждом отдельном случае. Как о чем-то несущественном он упомянул о методе лунных расстояний: «Когда Луна может пройти

перед телескопом со стационарным квадрантом, установленным на неподвижную звезду, было бы полезно также измерить время прохождения обоих краев Луны и центра звезды» [там же, с. 57].

Таким образом, к 1680-м гг. наблюдения спутников Юпитера стали официальным методом измерения долготы для французского королевства и его академии и превращены, насколько это возможно, в привычную работу. Когда в 1693 г. Кассини опубликовал переработанную версию своих таблиц [36, с. 317—505], они были основаны на наблюдениях почти трех десятилетий. Точность измерения движений первого спутника была уже настолько высока, что позволяла обученному наблюдателю определять долготу своего местоположения с ошибкой менее 1°. Этого еще нельзя было сказать относительно других спутников*. С 1690 г. академия начала ежегодно публиковать *«Connaissance des Temps»*, где содержались предсказания затмений всех четырех спутников, описывались ежедневные их конфигурации (если они были видны) и давались указания, как проводить наблюдения.

Эти указания были адресованы неспециалистам. В XVIII в. окажется, что почти каждый способен проводить такие измерения: «Маятник [часы], простой телескоп на 15 или 18 футов и квадрант, который каждый без труда может сделать из дерева, даже не имея особой сноровки, — этого всего достаточно, чтобы проводить вполне хорошие наблюдения спутников Юпитера» [39, с. 236]. Эти инструкции ограничивались некоторой информацией о том, где искать тень Юпитера до или после противостояния, и о том, как пользоваться диаграммами конфигураций. Что же касается самих наблюдений, читателю только говорилось:

> Для нахождения долготы какого-либо места на Земле, достаточно провести наблюдения входа спутника в тень или выхода оттуда. После этого сравниваются истинное время наблюдения с предвычисленным для Парижа или со временем произведенного там наблюдения в тот же день. Разница во времени, переведенная в часы, минуты и секунды, будет расстоянием между меридианом данного места и меридианом Парижа [там же, с. 237].

Оставалась единственная лакуна: наблюдатель не должен был рассчитывать на хорошую точность вычисленного времени затмения, если речь не шла о первом спутнике. Затмения остальных трех даже в 1770-е гг. не умели предсказывать с точностью до минуты [там же].

Наблюдения спутников в Англии

Один из членов-основателей Королевского Общества Лоуренс Рук (1622—1662), грешемский профессор астрономии и геометрии (см. [30]), проводил наблюдения спутников Юпитера из Грешемской обсерватории, но до своей смерти так и не смог составить таблиц их движения. Краткое общее изложение этого вопроса было опубликовано Томасом Спратом в *«History of the Royal Society»* [40]. Рук не питал особого оптимизма относительно полезности затмений спутников для задач навигации, так как эти наблюдения требовали длинных телескопов, неприменимых на борту корабля: «Морская наука о долготе вряд ли получит помощь с небес; однако географической науке о долготе следует пытаться использовать затмения небесных тел» [там же, с. 183]. Дело Рука никто не продолжал на протяжении двух десятилетий.

В начале 1680-х гг. английский контрпартнер Кассини Джон Флемстид также начал развивать использование наблюдений спутников Юпитера для измерения

---

* Вместо того чтобы принять предложенное Рёмером объяснение задержки затмений первого спутника конечностью скорости света, Кассини объяснял необходимость коррекции годовыми колебаниями углового расстояния между Юпитером и Солнцем. Эта коррекция достигала 2°. Теория хорошо «работала» для первого спутника, но приводила к существенным расхождениям с наблюдаемыми явлениями, когда дело касалось прочих (см. [18, с. 152—154]).

долготы. Летом 1683 г. Флемстид закончил новые таблицы движений спутников и в сентябре того же года опубликовал свои предвычисления. Он был уверен, что затмения первого спутника приводят к ошибке не более чем в пять минут, затмения третьего дают результаты «немногим лучшие», а использовать затмения второго и четвертого вообще бесперспективно, так как их движения «очевидно запутаны неравномерностями, которые могут быть распутаны лишь после длительных наблюдений» [41, с. 322]. Позднее в том же году он опубликовал в *«Philosophical Transactions»* каталог затмений на 1684 г. и дал весьма полезные инструкции для наблюдателей. Флемстид укорял мореплавателей за то, что они игнорируют этот метод. Даже если его и невозможно применять в открытом море (в чем Флемстид не был уверен), моряки могли бы пользоваться им при вычерчивании карт прибрежных линий. Его негодование на этих без вины виноватых иллюстрирует пуританский подход к проблеме измерения долготы:

> А я должен признаться, что с самого начала частью моего замысла было устыдить наших наиболее знаменитых мореплавателей за их стремление укрыться в собственном невежестве и лени, за нелепость их утверждения, что *долготу и не надо измерять*, и предложить им уловку, которая все же позволит воспользоваться тем, что предложено, и чему до сих пор мешает их невежество, узколобость и скверный характер [42, с. 405].

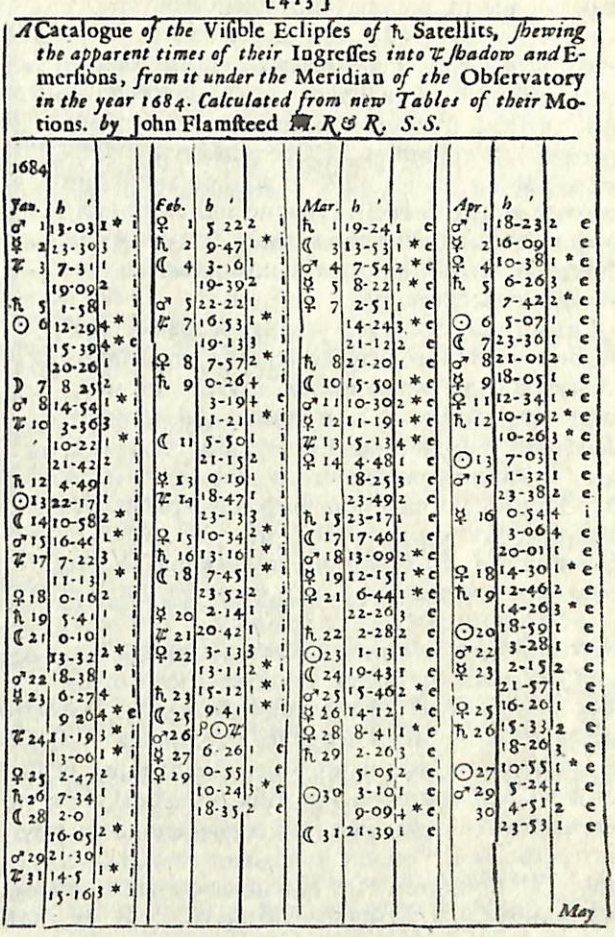
Рис. 9. *Джон Флемстид. Портрет работы Томаса Гибсона. Печатается с разрешения Музея науки, Лондон.*

Ругань в адрес мореплавателей, разумеется, не могла заменить необходимых организационных мер, которые только и позволили бы успешно применять этот метод. Лишь астрономы ответили на его призыв, в особенности после того, как Флемстид выпустил в 1685 г. свои предвычисления на латыни «ради пользы иностранцев» [43, с. 760—765]. Он продолжал публиковать свои каталоги и в 1686 г. (по-английски), 1687 г. (по-английски) и 1688 г. (по-латыни) [44, с. 1215—1225; 45, с. 196—206; с. 435—439]. В своих эфемеридах на 1687 г. он оценивал точность предвычисленных времен следующим образом:

> В моих последних наблюдениях затмения 2-го и 3-го спутника опередили мои вычисления несколько больше чем я мог ожидать, из чего я подумал, что было бы уместно известить Читателя, что он может увидеть их на четверть часа раньше, чем было указано в Каталоге. Через 2 или 3 года еще мы можем ожидать возможности наблюдений, которые позволят нам такие коррекции данной ошибки, что Цифры несовпадения для них будут не больше, чем для первого, затмения коего отличаются уже не больше 3 мин от вычисленных [там же, с. 197].

Мы должны, конечно, помнить, что точность предсказаний Флемстида для первого спутника была результатом его кропотливого труда в Гринвичской обсерватории. Наблюдатели, которые должны были использовать подвижные обсерватории в далеких землях, не смогли бы достичь такой точности. Эдмонд Галлей во время своего путешествия по Атлантике, выполненного для нанесения на карту значений девиации магнитной стрелки (Галлей надеялся использовать такую карту для определения долготы), использовал длинный телескоп для наблюдения спутников Юпитера. В марте 1699 г. у берегов Бразилии он не смог наблюдать затмения спутника, «потому что слишком большая высота планеты и отсутствие удобной подпорки для моего длинного телескопа сделали его бесполезным» [46,

с. 102]. Месяц спустя в Барбадосе во время наблюдения вхождения первого спутника в тень «внезапный ветер стал покачивать мою трубу, я попытался найти более закрытое место и продолжить наблюдение с большей надежностью, но, когда я вновь нашел планету на небе, спутник уже не появлялся» [там же, с. 106]. Галлей, очевидно, использовал простой астрономический телескоп с выпуклыми объективом и окуляром, вполне возможно, что это был его 24-футовый инструмент, который он брал в путешествия (см. [47, с. 82]). Лаланд утверждал, что для этих наблюдений был нужен простой астрономический телескоп 15 или 18 футов длиной (см., например, [39, с. 236; 48, с. 10]).



[413]

A Catalogue of the Visible Eclipses of ♄ Satellits, shewing the apparent times of their Ingresses into ♈ Shadow and Emersions, from it under the Meridian of the Observatory in the year 1684. Calculated from new Tables of their Motions. by John Flamsteed M. R. & R. S. S.

1684

Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May

Рис. 10. *Страница выполненных Флемстидом предвычислений затмений спутников Юпитера на 1684 г. Philosophical Transactions. Vol. 13. № 154. P. 413. Печатается с разрешения Форндернской библиотеки, университет Райс.*

В выпуске *«Philosophical Transactions»* за ноябрь—декабрь 1694 г. Галлей перепечатал таблицы Кассини со своими комментариями. Он резко критиковал его за неприятие теории Рёмера, так как упрямство Кассини вело к большим ошибкам в таблицах, относящихся ко всем спутникам, кроме первого. Галлей опубликовал таблицы только для первого спутника с данными Джулиана, сведенными на меридиан Лондона. Ошибки в движениях первого спутника все еще достигали 3 мин., что соответствовало 45′ долготы [49].

И все-таки работы, проводимые в Англии, продолжали носить нерегулярный характер. Галлей опубликовал таблицы для первого спутника Юпитера, исправленные Джеймсом Паундом, но основанные на таблицах Кассини 1693 г. [50]. В том же году племянник Паунда Джеймс Брадлей составил таблицы для всех четырех спутников, сперва включенные Галлеем в его *«Tabulae Astronomicae»*, но напечатанные лишь в 1749 г., через несколько лет после его смерти [51, с. 81—83]. В 1726 г., осуществляя измерения долгот Лиссабона и Нью-Йорка по одновременным наблюдениям первого спутника, Брадлей заметил ошибку в 5 мин 10 с между предсказанным временем вхождения в тень и выхода из нее и временем, зафиксированным при наблюдениях в Уанстедской обсерватории. Брадлей наблюдал как с помощью 15-футового рефрактора, так и используя новый рефлектор Гадлея, и обнаружил, что последний позволяет зафиксировать выход спутника из тени на 15 с раньше, чем первый [52]. Если такие ошибки все еще могли происходить при наблюдениях в обсерваториях, где местное время

было известно максимально точно, инструменты были оптимальными, а наблюдателями — высококвалифицированный персонал обсерваторий, что же можно было ожидать от путешественника, где-то в отдаленной части света остановившегося на день, чтобы провести наблюдения первого спутника и сравнить его результаты с таблицей? Ясно, что в 1726 г. точное значение долготы могло быть получено лишь при одновременных наблюдениях спутников Юпитера, выполненных с помощью аналогичных телескопов.

Типичная попытка заинтересовать Комиссию долгот в использовании спутников Юпитера для измерения долгот на море была предпринята в публикации некоего Джорджа Гордона в 1734 г. По его мнению, главная причина того, что этот метод не получил до сих пор широкого распространения, состояла в том, что он требовал применения 20-футового телескопа, а это было невозможно на борту корабля. Галлей в дополнении к изданию 1710 г. «*Astronomia Carolina*» Томаса Стрита утверждал, что на борту движущегося корабля в умеренную погоду достаточно 5-, 6-футового телескопа. Но 5-, 6-футовый *рефлектор* эквивалентен по увеличению 20-футовому рефрактору. Следовательно, использование одного из подходящих рефлекторов — а это должен был быть один из рефлекторов Гордона, который дает увеличение в два раза большее, чем аналогичные рефлекторы, изготовленные другими мастерами — сделает метод употребимым. Гордон призывал также смотреть одним глазом в телескоп с меньшим увеличением, но дающим больший обзор, а другим в телескоп с большим увеличением и меньшим обзором, сочетая таким образом большое увеличение и большой угол зрения. В заключение он обращался к проблеме движения корабля. Наблюдателя и его инструмент следовало подвешивать (предположительно на скамье) вблизи центра тяжести корабля, при этом корабль следовало пускать по ветру по прямой линии с отпущенным рулем [53, с. 7—28].

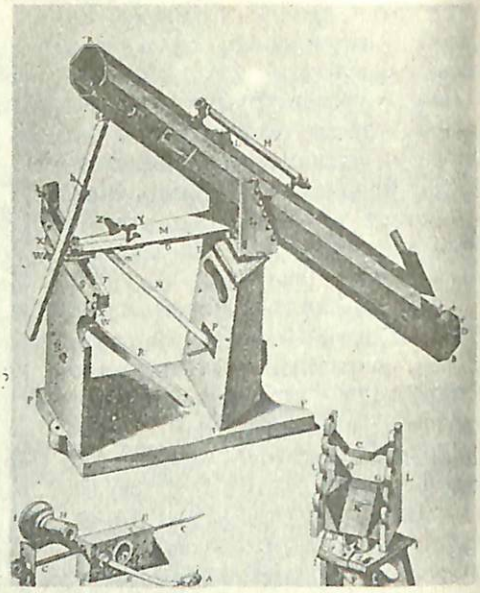


Рис. 11. *Рефлектор Гадлея, 1723 г. Philosophical Transactions. Vol. 32. № 376. P.280—281. Печатается с разрешения Форндернской библиотеки, университет Райс.*

К началу XVIII в. стало ясно, что наблюдения затмений спутников Юпитера дают великолепный метод измерения долгот на суше, который в то же время мало применим на море. Из-за большого увеличения, требуемого для наблюдения затмений, использование более коротких рефлекторов не могло решить проблемы. Попытки закрепить наблюдателя при помощи «морских стульев» провалились. Неудачные испытания Невилла Маскелайна таких стульев, сконструированных Кристофером Ирвином, во время экспедиции к Барбадосу в 1773—1774 гг., по сути дела, положили конец всем надеждам. Как писал Маскелайн (от третьего лица) в автобиографических заметках: «Он обнаружил, что морские стулья, изобретенные мистером Ирвином, были слишком подвержены колебаниям, возникающим из-за движения корабля, чтобы дать возможность сидящему там наблюдать затмения спутников Юпитера. Лишь хронометр Гаррисона смог дать Долготу Острова с великой точностью» [54, с. 221]. Но мы не должны забывать о той революции в картографии XVII, XVIII и XIX вв., которую повлекло за собой открытие этого метода.

Перевод с английского Д. А. Баюка

Список литературы

1. *Wood P. H.* La Salle: Discovery of a Lost Explorer // American Historical Review. 1984. Vol. 89. P. 294—323.
2. *Ptolemy.* Cosmography. Rome, 1478.
3. *Nunis D. B.* The 1769 Transit of Venus. The Baia California Observations of Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche, vincente de Doz, and Joaqúin Velázquez Cárdenas de Léon. Los Angeles, 1982.
4. *Galilei G.* Le opere di Galileo Galilei: Edizione Nazionale in 20 vol. / Ed. A. Favaro. Firenze, 1890—1909 (переизд. 1929—1939; 1964—1966).
5. *Galilei G.* Siderius Nuncius or the Siderial Messenger / Transl. Albert van Helden. Chicago, 1989.
6. *Kepler J.* Narratio de observatis a se quatuor lovis satellitibus erronibus // Gesammelte Werke. München, 1937, Bd. 4. S. 315—325.
7. *Roche J. J.* Harriot, Galileo, and Jupiter's Satellites // Archives Internationales d'Histoire des Science. 1982. Vol. 32. P. 9—51.
8. *Carpentras.* Bibliothéque Inguimbertine. MS 1803.
9. *Humbert P.* Un amateur: Peiresc. 1580—1637. P., 1933.
10. *Humbert P.* Joseph Gaultier de la Valette, astronome provencale (1564—1647) // Revue d'Histoire des Science et de leurs Applications. 1948. Vol. 1. P. 314—322.
11. *Marius S.* Mundus Iovialis. Nuremberg. 1614.
12. Die Welt des Jupiter / Ed. Joachim Schlör. Gunzenhausen. 1988.
13. *Pricard A. O.* The Mundus Jovialis of Simon Marius // Observatory. 1916. Vol. 39. P. 367—381, 403—412, 443—452, 498—503.
14. *Klug J.* Simon Marius aus Gunzenhausen und Galileo Galilei // Abhandlungen der II. Klasse der Königlichen Akademie der Wissenschaften. 1906. Bd. 22. S. 385—526.
15. *Oudemans J. A. C., Bosscha J.* Galilee et Marius // Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles. Ser. 2. 1903. Vol. 8. P. 115—187.
16. *Bosscha J.* Simon Marius, réhabilitation d'un Astronome Calomnié // ibid. Ser. 2. 1907. Vol. 12. P. 258—307, 490—527.
17. *Zinner E.* Zur Ehrenrettung des Simon Marius // Vierteljahresschrift der Astronomischen Gesellschaft. 1941. Bd. 76. S. 23—75.
18. *Débarbat S, Wilson C.* The Galilean Satelites of Jupiter from Galilelo to Cassini, Romer and Bradley // The General History of Astronomy: In 4 vols. / Ed. M. Hoskin. Cambridge, 1989. Vol. 2A. P. 144—157.
19. *Gassendi P.* The miror of true nobility and gentility: being the life of the renowed Nicolaus Claudius Fabricius, Lord of Peiresk, Senator of the Parliament at Aix. L., 1657.
20. *Bedini S.* The pulse of time: Galileo Galileim the determination of longitude, and the pendulum clock. (Biblioteca of Nuncius. Vol 3.) Florence, 1991.
21. *Favaro A.* Documenti inediti per la storia dei negozianti con la Spagna per la determinazione delle longitudini in mare // Memorie del Reale Istituto Veneto di Science. Lettere ed Arti. 1891. Vol. 25. P. 101—148.
22. Nouve Studi Galileiani. Venice, 1891.
23. *Drake S.* Galileo at Work: his Scientific Biography. Chicago, 1978.
24. *Favaro A.* Documenti inediti per la Storia dei Negoziati con gli Stati Generali d'Olanda per la Determinazione dell Longitudini // Memoriu del Reale Istituto Veneto di Scienze. Lettere ed Arti. 1891. Vol. 25. P. 289—338.
25. *Vanpaemel G.* Science Disdained: Galielo and the Problem of Longitude // Italian Scientists in the Low Countries in the 17th and 18th Centuries / Eds. Maffeoli C. S., Palm L. C. Amsterdam, 1989. P. 111—129.
26. *Riccioli G. B.* Almagestum Novum. Bologna. 1651.
27. *Hérigone P. (Clément Cyriaque de Mangin).* Cursus mathematices nova brevi et clara methodo demonstratus. P., 1634—1642.
28. *Hevelius J.* Selenographia. Gdansk, 1647.
29. *Riccioli G. B.* Geographia et Hydrographia Reformata. Venice, 1672.
30. *Ronan C.* Laurence Rooke (1622—1662) // Notes and Records of the Royal Society of London. 1960. Vol. 15. P. 113—118.
31. *Cassini G. D.* Ephemerides Bolonienses Mediceorum Syderum ex Hypothesibus et Tabulis Io: Dominici Cassini. Bologna, 1668.
32. Voyage d'Uranibourg, ou Observations Astronomiques faites en Dannemarck Par Monsieur Picard // Histoire et Mémoires. VIII... (Ouvrages de M. Picard.)
33. *Hevelius J.* Occultatio Primi Jovialium ab umbra Jovis // Philosophical Transaction. Vol. 6. № 78.
34. *Cassini G. D.* Les Elemens de l'Astronomie verifiez par Monsieur Cassini par rapport de ses Tables aux Observations de M. Richer faites en Isle de Cayenne (1684) // Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. Depuis 1666, jusqu'à 1699. P., 1730. Vol. 8. P. 55—79.

35. An Extract of a Letter written by Signor Cassini to the Author of the Journal des Scavans, containing some Advertisements to Astronomers abour the Conffigurations, by him given of the Satellites of Jupiter, for the years 1676, and 1677, for the verification of their Hypotheses // Philosophical Transactions. 1677. Vol. 11. № 128. P. 681—683.
36. *Cassini G. D.* Les Hypothéses et les Tables des Satellites de Jupiter reformées sur de Nouvelles Observations (1693) // Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. Depuis 1666, jusqu'à 1699. P., 1730. Vol. 8. P. 321—322.
37. *Picard J.* Observations Astronomiques faites en Divers Endroits du Royaume de France (1680) // Ibid. P., 1729. Vol. 7. Part 1. P. 346—347.
38. Les Elemens de l'Astronomie verifiez par Monsieur Cassini par le rapport de ses Tables aux Observations de M. Recher faites en l'Isle de Caienne. Avec les Observations de MM. Varin, des Hayes, et de Glos faites en Afrique & en Amerique (1684) // Recueil d'Observations en plusieurs voyages par order de Sa Majesté, pour perfecttionner l'Astronomie et la Geographie. Avec divers Traitez Astronomiques. Par Messieurs de l'Academie Royale des Sciences. P., 1693.
39. Connoissance des Temps. Pour l'Année Commune 1773. Publiée Par l'ordre de l'Académie Royale des Sciences, et calculée par M. de la Lande, de la même Académie. Paris. 1771.
40. *Rooke L.* Discourse Concerning the Observations of the Eclipses of Jupiter's Satellites / Ed. T. Sprat // The History of the Royal Society of London for the Improving of Natural Knowledge. L., 1667. P. 183—189.
41. An account of the Eclipses or ingresses of Jupiters Satellites into his shadow and such Emersions of them from it as will be visible at the Observatory at Greenwich in the three last Months of this year 1683, sent in a Letter to the Publisher from J. F. Astron. Reg. // Philosophical Transactions. 1683. Vol. 13. № 151. P. 322—...
42. Philosophical Transactions. 1683. Vol. 13. № 154.
43. Ibid. 1685. Vol. 14. № 165.
44. Ibid. 1686. Vol. 15. № 177.
45. Ibid. 1687. Vol. 16. № 184.
46. The three voyages of Edmond Halley in the *Paramore* 1698—1701: In 2 vols. / Ed. N. J. W. Thrower. L., 1983. Vol. 1.
47. A Correction of the Theory of the Motion of the Satellite of Jupiter, by that Ingenious Astronomer Mr. Edmund Halley // Philosophical Transactions. 1683. Vol. 13. № 145. P. 82—85.
48. *Lalande.* Astronomie: In 4 vols. P., 1771—1781. Vol. 3.
49. Monsieur Cassini his New and Exact Tables for the Eclipses of the First Satellite of Jupiter, reduced to the Julian Stile, and Meridian of London // Philosophical Transactions. 1694. Vol. 18. № 214. P. 237—256.
50. New and accurate Tables for the ready Computing of the Eclipces of the first Satellite of Jupiter, by Addition only. By the Reverend Mr. James Puond. R. S. S. // Ibid. 1719. Vol. 30. № 361. P. 1021—1034.
51. Miscellaneous Works and Correspondence of James Bradley / Ed. S. P. Rigaud. Oxford, 1832.
52. The Longitude of Lisbon, and the Fort of New York, from Wansted and London, determin'd by Eclipses of the First Satellite of Jupiter. By the Reverend Mr. J. Bradlay, M. A. Astron. Prof. Savil. R. S. S. // Philosophical Transactions. 1726. Vol. 34. № 394. P. 85—91. (Репринтно воспроизведено в [51, с. 58—61].)
53. *Gordon G.* A Compleat Discovery of a Method of Observing the Longitude at Sea. L., 1734.
54. *Howse D.* Neville Maskelyne, the seaman's astronomer. Cambridge, 1989.

Г. И. ЛЮБИНА

И. И. МЕЧНИКОВ В ИНСТИТУТЕ ПАСТЕРА

След, оставленный Мечниковым в истории отечественной и мировой науки так ярок, его человеческая личность так незаурядна, а судьба так необыкновенна, что привлекали и еще будут привлекать к себе внимание не одного поколения биологов, историков науки, психологов. Особенно интересен второй период жизни Мечникова, после 1888 г., когда он переселился в Париж и превратил Пастеровский институт в центр сотрудничества русских и французских биологов последней трети XIX—начала XX вв. При отсутствии специальных работ, посвященных этому сюжету, факты тесного взаимодействия русских и французских ученых и роль Мечникова в утверждении новых направлений медико-биологических исследований отражены в биографической литературе, посвященной Л. Пастеру, И. И. Мечникову, Н. Ф. Гамалее, Л. А. Тарасевичу, Н. Я. Чистовичу, — число таких работ только на русском языке составляет не один десяток названий [1]. Мы ограничим себя более узкой задачей — показать, как на базе взаимных научных интересов основатели Пастеровского института, а также Мечников, его русские и французские друзья и ученики способствовали созданию нового типа исследовательской организации, воплотившей в себе черты неклассической науки XX в. При этом мы используем частично литературные источники, обратив основное внимание на неопубликованные документы из архивов Мечникова, Гамалеи, Тарасевича.

Пастеровский институт, который в 1888 г. отметил свое столетие, являлся для своего времени образцовым. И сейчас еще, даже утратив свою уникальность (уже с конца прошлого века во всех уголках мира стали создаваться подобные ему институты), Пастеровский институт сохранил славу крупного международного центра медико-биологических исследований. Недаром оба французских лауреата Нобелевской премии в области медико-биологических проблем послевоенного времени — А. Львов и Ж. Моно — являются его сотрудниками. С Пастеровским институтом связаны имена многих россиян. В последней трети XIX в. наблюдался настоящий «исход» значительной части студенческой молодежи из России во Францию. Среди студентов-иностранцев, осваивавших в Сорбонне медицинскую профессию, выходцы из России составляли наиболее многочисленную, прилежную и заметную своими успехами группу. Но Парижский университет, ориентированный на подготовку к узкопрактической деятельности, оказался в стороне от магистральных направлений развития современной медицины и биологии, и честь открытия и разработки новых разделов медико-биологических исследований принадлежала во Франции Пастеровскому институту, который стал местом подготовки большого числа русских исследователей в области микробиологии, иммунологии, бактериологии, эпидемиологии.

Одной из причин особого тяготения русских медиков и биологов к Пастеровскому институту был разработанный Пастером метод предохранительных прививок, который нашел в России благодатную почву для распространения и развития. Разуверившись в успехе санитарно-гигиенической работы среди неграмотного населения, русские практические врачи увлеклись блестящими перспективами нового способа борьбы с заразными болезнями. Уже в 80-е гг. прошлого века многие русские специалисты выезжали в Париж осваивать методики изготовления и применения вакцин для борьбы с сибирской язвой. В лаборатории Пастера побывали С. П. Костычев, Я. М. Шмулевич, Н. Ф. Колесников, Н. Ф. Гамалея. По свидетельству Тарасевича, через Пастеровский институт прошло свыше 1000 русских врачей и ученых [2, л. 4]. Но пастеровский метод борьбы с инфекциями был принят далеко не безоговорочно, и внедрение его требовало усилий. Его разработкой и пропагандой, поисками новых возможностей его применения занялась целая когорта видных русских медиков в разных городах страны: Л. С. Ценковский, В. К. Высокович в Харькове, Г. Н. Габрический, Л. А. Тарасевич, Е. И. Марциновский в Москве, М. В. Ненцкий, С. К. Дзерковский, Д. К. Заболотный в Петербурге, В. И. Исаев в Кронштадте, П. Н. Диатропов, С. К. Стефанский в Одессе, И. Г. Савченко в Казани.

Уже в 1888 г. стараниями Мечникова, Гамалеи и Бардаха открылась первая в России и вторая в мире после парижской Одесская бактериологическая станция. Вскоре после этого

ВИЕТ. 1994. № 4. С. 59–67. © Г. И. Любина