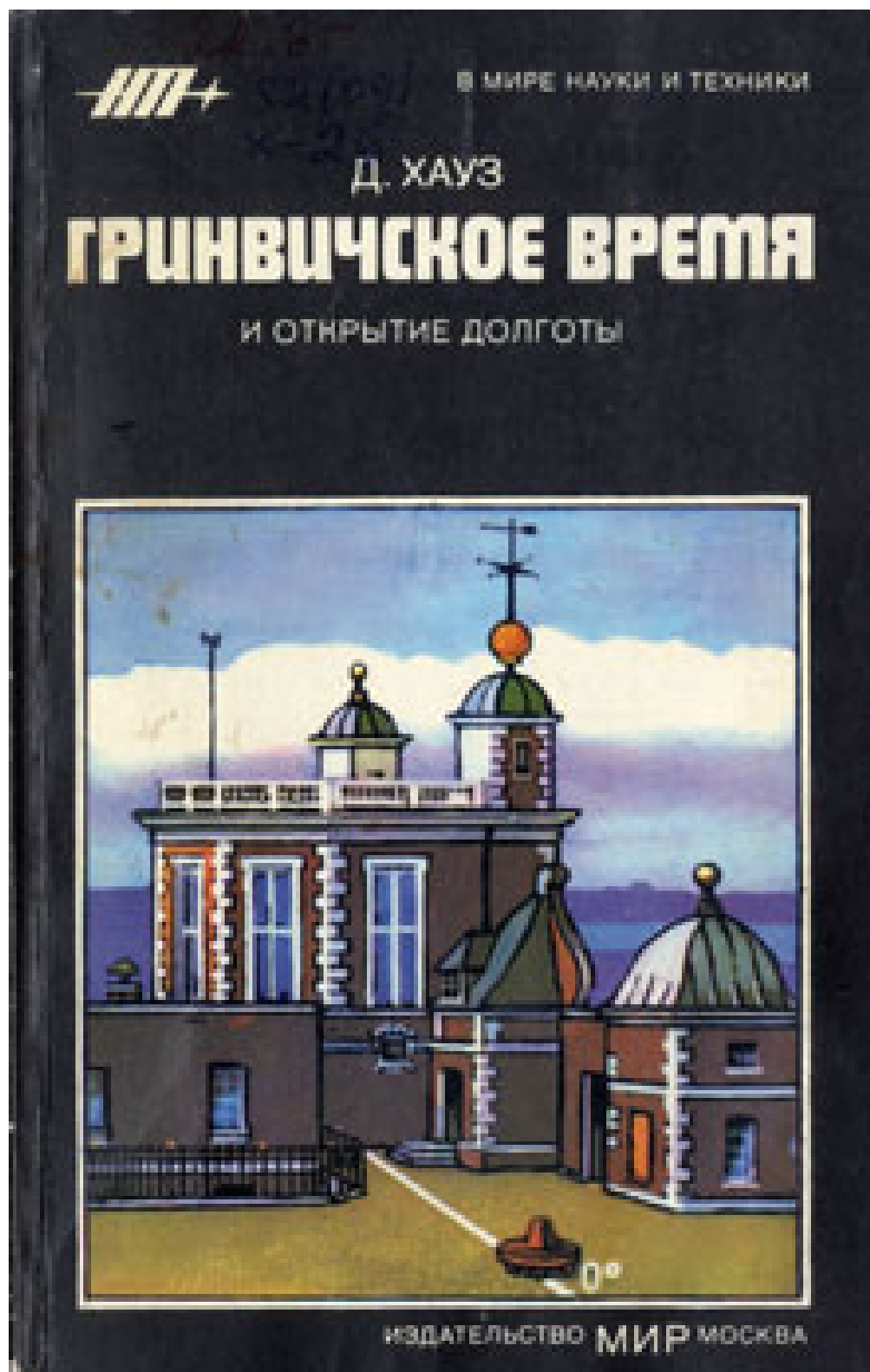


Дерек Хауз
Гринвичское время и открытие долготы



<http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000009/index.shtml>

«Гринвичское время и открытие долготы / Пер. с англ. Малышева М. И.; Под ред. и с предисл. В. В. Нестерова»: Мир; Москва; 1982

Аннотация

Английский ученый Дерек Хауз в популярной форме рассказывает о многовековой истории постижения человеком понятий астрономического времени и долготы, о поисках способов наиболее точного измерения этих величин и ведущей роли, которую сыграла в этих исследованиях всемирно известная Гринвичская обсерватория, давшая свое имя нулевому меридиану. Написанная живо и увлекательно, богато иллюстрированная, книга Д. Хауза предназначена для широких кругов читателей, интересующихся историей науки и техники.

Дерек Хауз Гринвичское время и открытие долготы

Предисловие редактора перевода

С незапамятных времен вся деятельность человека регулировалась естественной шкалой времени, задаваемой суточным вращением Земли вокруг своей оси, которое приводит к последовательному чередованию света и темноты - дня и ночи. По мере развития человеческого общества возникала потребность во все более точном измерении времени, и сегодня мы как о совершенно реальном говорим об измерениях времени с точностью до одной десятиллиардной (!) доли секунды. Сейчас, в конце XX в., абсолютно немислима жизнь без знания точного времени - этого требуют и наука, и вся практическая деятельность человека. Потребителями точного времени в наши дни являются железнодорожный транспорт, авиация, а также различные организации, занимающиеся картографическими съемками, астрономией, сейсмологической службой, космическими исследованиями, навигацией и многими другими вопросами.

Проблема определения времени оказала огромное влияние на многие стороны научной и культурной истории человечества. Не без основания можно считать, что начало научного мышления человека, побудившего его пытливо изучать тайны природы, было связано с измерением времени. Этот многотрудный, никогда не прекращавшийся процесс в конце концов привел к установлению того факта, что Земля вращается вокруг своей оси неравномерно и поэтому не может служить основой для точного измерения времени. По существу эта неравномерность не так велика и выражается главным образом в том, что период вращения Земли в июле-августе на тысячную долю секунды меньше суток, а в марте - на столько же больше. Однако весьма вероятны случайные флуктуации в скорости вращения Земли и постепенное, вековое ее замедление. Пока еще трудно судить обо всех возможных последствиях этого факта, но значение данного открытия, несомненно, весьма велико.

Наряду с измерением времени одной из первых задач, поставленных перед человеком жизнью еще в глубокой древности, была задача ориентировки на местности. Попытка решить эту проблему привела к развитию астрономии как науки. Зарождение практической астрономии в современном понимании ее целей следует относить к эпохе великих географических открытий (XVI-XVII вв.). Важнейшей научной задачей того времени было определение положений на суше и на море и составление карт открываемых и осваиваемых земель. Решение этой задачи не только обеспечивало нужды мореплавания, но и помогало закрепить новое научное представление о фигуре и размерах Земли, об очертаниях континентов и взаиморасположении геоморфологических образований.

Большая заслуга в осуществлении этих исследований принадлежит Гринвичской обсерватории. Основанная во второй половине XVII в., эта обсерватория была призвана в

первую очередь обеспечить мореплавание необходимыми астрономическими данными (таблицами движения тел Солнечной системы и каталогами неподвижных звезд). В задачи обсерватории также входило совершенствование навигационных методов и определение координат пунктов на суше и на море.

Помимо проблем мореплавания толчком к развитию практической астрономии явилась научная дискуссия о форме и размерах Земли, начатая в конце XVII в. последователями Ньютона и Кассини и стимулировавшая проведение градусных измерений в разных частях Земли.

Как известно, разность долгот двух точек на земной поверхности равна разности значений местного времени в этих точках в один и тот же физический момент (который определялся по наблюдению какого-либо астрономического явления). Таким образом, задача определения долготы сводится к получению в некоторый момент разности значений местного времени в определяемом пункте и пункте, долгота которого известна. Для решения этой задачи необходимо производить определение местного времени в обоих пунктах (т.е. нужны часы-хранитель времени и астрономические наблюдения) и каким-либо образом передавать значение местного времени пункта с известной долготой в пункт с определяемой долготой (т. е. нужна какая-то связь между пунктами, часто весьма удаленными). Поэтому понятно, какое значение для науки имело изобретение часов-хранителя времени и прибора для измерения его интервалов. К. Маркс в «Капитале» указывает: «... ремесленный период ... оставил нам великие открытия: компас, порох, книгопечатание и автоматические часы». Значение часов, конечно, не ограничивалось нуждами науки. Маркс далее пишет: «Что было бы без часов в эпоху, когда решающее значение имеет стоимость товаров, а потому и рабочее время, необходимое для их производства?».

С изобретением в 1765 г. морского хронометра появилась возможность перевозки часов из одного места в другое без существенного нарушения их хода. Хронометр, поправка (показаний часов относительно местного времени) которого была определена в пункте с известной долготой, перевозили в пункт с измеряемой долготой; определив затем его поправку относительно местного времени, находили искомую разность долгот. Интересно отметить, что способ перевозки хронометров применялся и на суше - для определения долгот обсерваторий. В середине прошлого века с этой целью организовывались специальные «хронометрические экспедиции». Во время таких экспедиций для повышения точности результатов перевозились десятки хронометров. Этим способом, например, в 1843 г. были определены разности долгот между Пулковом, Альтоной и Гринвичем.

Изобретение проволочного телеграфа положило конец «хронометрическим экспедициям». Для определения разности долгот стали теперь использовать линии телеграфной связи. Сигнал, передаваемый из обсерватории с известной долготой, принимался в некоторый момент по местному времени в определяемом пункте. Зная момент подачи сигнала и показания часов в определяемом пункте в этот момент, можно было получить поправку часов относительно местного времени опорной обсерватории.

В настоящее время для определения долгот используются сигналы точного времени, передаваемые по радио.

Вообще говоря, проблема измерения времени и определения разностей долгот является составной частью одного из разделов астрономии - астрометрии. Цели их идентичны, приборы и методы - тоже, а для решения их задач необходимо точное знание координат звезд. В настоящее время все большее распространение в астрономии получают новые методы определения параметров вращения Земли: доплеровские и светодально-метрические наблюдения, проводимые специальными искусственными спутниками Земли, а также наблюдения квазаров с помощью радиоинтерферометров. Уже первые результаты этих исследований заставляют считать, что им принадлежит будущее.

Упомянем еще об одном обстоятельстве. Изменение со временем разностей долгот обсерваторий, расположенных на различных континентах, может служить удобным индикатором перемещения материков. Первые попытки получить сведения о дрейфе

континентов из астрономических наблюдений были предприняты немецким геофизиком Вегенером. Рассмотрев долготные определения конца прошлого века, он пришел к выводу, что, например, долгота Гренландии действительно постепенно изменяется и эти изменения согласуются с его теорией дрейфа континентов. В дальнейшем оказалось, что долгота Гренландии, установленная в 1932 г. посредством приема радиосигналов, отличается от ее значения, определенного в 1870 г. по наблюдениям покрытий звезд Луной, на 5 с дуги (т.е. весьма сильно). Вероятнее всего, столь значительное различие объясняется ошибками старых наблюдений. (Как было остроумно замечено, если полностью доверять старым наблюдениям, то следовало бы считать, что большие сдвиги континентов имели место до изобретения телеграфа, средние сдвиги - до изобретения радио, а затем сдвиги прекратились!) Как бы то ни было, но если дрейф континентов действительно существует, то он, возможно, будет обнаружен из долготных определений.

Одним из важных аспектов установления наиточнейшей шкалы времени (имеющим к тому же и большое практическое значение) является введение поясного времени и единого для всех начального меридиана - общего нуля для отсчета долготы.

Пока средства сообщения между населенными пунктами были развиты слабо и точность измерения времени мала, разницей в счете времени в разных местах оставался незаметным. Правда, с появлением железнодорожного транспорта в отдельных европейских государствах был принят единый для населения данной страны счет времени, однако в каждом государстве время считалось по-своему и никакой координации между странами в этом вопросе не существовало. Так продолжалось долгое время. Наконец, в 1884 г. на Международной конференции в Вашингтоне, в которой участвовали представители 26 государств, было принято предложение канадца Флеминга о введении поясного времени в 24 зонах протяженностью по одному часу. Там же было принято решение об установлении единого нулевого меридиана. Отдавая должное заслугам Гринвичской обсерватории, прежде всего научным достижениям таких ее астрономов, как Флемстид, Брайли, Эри, в вопросах определения времени и долготы было решено принять за начальный меридиан Гринвича. Так, именно Гринвич дал свое имя нулевому меридиану - а не Париж, не Вашингтон, не великая пирамида Хеопса, как это предлагали некоторые участники конференции 1884г.

Многовековую историю постижения человеком таких привычных ныне понятий, как время и долгота, и раскрывает перед читателем Дерек Хауз, руководитель отдела навигации и астрономии Британского Национального морского музея. Авторское повествование ведется в доступной для широкого круга читателей увлекательной форме, что ни в коей мере не снижает научной строгости книги. Автор знакомит читателя с различными методами определения времени и долготы, рассказывает об астрономических инструментах и устройствах для измерения и хранения времени - от первых несовершенных хронометров до современных сверхточных атомных эталонов времени - часах, более точных, чем Земля.

Однако следует заметить, что, увлекаясь описанием исторических подробностей и порой весьма преувеличивая роль отдельных личностей (часто - далеких от науки) в решении рассматриваемых в книге проблем, автор недостаточно четко показывает, что постановка и решение этих проблем прежде всего диктовались самой жизнью, развитием социально-экономических отношений в обществе. Д. Хауз строит свой рассказ преимущественно на английском материале. Гордясь исторической ролью Гринвичской обсерватории (и это вполне понятно), автор уделяет недостаточное внимание работам других обсерваторий в данном направлении. Для нас, естественно, особый интерес представляет научный вклад русской и советской астрономии.

Серьезные астрономические работы начались в России гораздо позже основания Гринвичской обсерватории, однако достигнутые русскими исследователями результаты получили широкое международное признание. Одним из основоположников современной астрометрии был Василий Струве - основатель Пулковской обсерватории. Задачи Пулковской обсерватории, основанной в 1839 г., четко и ясно сформулированы в ее уставе: «Цель учреждения Главной обсерватории состоит в производстве: а) постоянных и сколь

можно совершеннейших наблюдений, клонящихся к преуспеванию астрономии, и б) соответствующих наблюдений, необходимых для географических предприятий в империи и для совершаемых ученых путешествий. Сверх того, в) она должна содействовать всеми мерами усовершенствованию практической астрономии, в приспособлениях ее к географии и мореходству и доставлять случай к практическим упражнениям в географическом определении мест». Глубокая разработка принципиальных идей астрометрической науки, повышенные требования к использованию инструментов, продуманность процессов наблюдения и обработки, положенные В. Струве в основу работы Пулковской обсерватории, привели к тому, что вскоре она заняла ведущее место в мировой астрометрии. Появившиеся в XIX в. пулковские каталоги положений звезд и работы по определению астрономических постоянных отличались высокой точностью. Достаточно сказать, что пулковские каталоги в несколько раз превзошли по точности гринвичские. Директор Гринвичской обсерватории Эри писал в 1847 г.: «Ни один астроном не может считать себя вполне усвоившим современную наблюдательную астрономию в ее наиболее разработанной форме, если он не познакомился с Пулковской обсерваторией во всех ее особенностях». И далее: «Я ничуть не сомневаюсь в том, что одно пулковское наблюдение стоит по меньшей мере двух, сделанных где бы то ни было в другом месте». Пулковская обсерватория заслуженно получила в то время название «астрономической столицы мира».

Советская астрометрия достойно продолжает дело, столь успешно начатое Пулковской обсерваторией. Высокоточные наблюдения систематически проводятся на первоклассных инструментах во многих обсерваториях Советского Союза. Свой полноценный вклад в науку и народное хозяйство вносит Государственная служба времени и частоты СССР, объединяющая деятельность по астрономическим наблюдениям, приему и передачам сигналов времени 21 обсерватории (10-советских и 11 - других социалистических стран). Устанавливаемая ею шкала точного времени публикуется в десятидневных бюллетенях «Всемирное время». Активное участие принимают советские астрономы и в деятельности Международного бюро времени: из 93 телескопов, по наблюдениям которых в 1981 г. выводились параметры вращения Земли, 26 принадлежали Советскому Союзу.

Поясное время было введено в России лишь после Великой Октябрьской социалистической революции. Правда, еще ранее на железных дорогах России использовалось единое - петербургское время, но в обыденной жизни в вопросах времени царил полная неразбериха-никакой упорядоченной системы счета времени не было. Революционные преобразования затронули и эту сторону жизни. 8 февраля 1919 г. В. И. Лениным был подписан декрет «О введении нового счета времени по международной системе часовых поясов». Вся территория страны была разделена на 11 зон - со 2-го по 12-й пояс. Это, безусловно, отвечало нуждам народного хозяйства и жизненным потребностям населения.

Итак, проблема времени представляет отнюдь не только чисто научный или производственный интерес, а является неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. К сожалению, наша отечественная научно-популярная литература на эту тему невелика, и мы надеемся, что перевод на русский язык книги Д. Хауза «Гринвичское время» привлечет внимание советского читателя. Обширная библиография, приведенная автором, в основном включает разного рода документы, газетные сообщения и специальные научные публикации, которые малодоступны нашему читателю. Поэтому в конце книги мы приводим небольшой список литературы на русском языке.

В. Нестеров

Вступление

Первые три столетия своего существования королевская Гринвичская обсерватория занималась главным образом определением времени и долготы для нужд навигации и

топографии. Но в этот же период она решала и такие задачи, как определение положений звезд и использование вращения Земли для измерения времени. Каким же образом Гринвич занял столь особое положение - стал нулевой долготной отметкой и дал свое имя среднему гринвичскому времени? История говорит, что этим мы отчасти обязаны деятельности королевских астрономов, прежде всего Маскелайна и Эри. Но вся эта история полна разного рода случайностями, порою весьма занимательными. Об этом и повествует данная книга, причем гораздо интереснее и содержательнее, чем это делалось когда-либо ранее.

Недавний переезд обсерватории из Гринвича в Хёрстмонсо совпал со смещением ее научных интересов и исследований в область астрофизики; этот переезд преследовал также цель заручиться более надежной поддержкой университетских научных кругов. Однако эта обсерватория и сейчас по-прежнему пользуется уникальной репутацией как один из ведущих международных центров, где осуществляются глубокие научные исследования, связанные с определением времени и долготы. Обсерватория законно гордится тем, что она и сегодня продолжает оставаться источником радиосигналов среднего гринвичского времени.

*Грэхем Смит, профессор,
член Королевского общества,
директор Гринвичской обсерватории*

Предисловие автора

I. Конференция рекомендует принять единый нулевой меридиан для всех государств вместо множества начальных меридианов, существующих в настоящее время.

II. Конференция предлагает... применение меридиана, проходящего через ось пассажного инструмента обсерватории в Гринвиче ... в качестве начального меридиана.

.....

V. Всемирные сутки - это средние солнечные сутки; они должны начинаться во всем мире в момент средней полуночи на нулевом меридиане, совпадая с началом гражданских суток и датой на этом меридиане [1].

Сегодня Гринвич хорошо известен людям всего земного шара, и это - результат процитированных выше резолюций, принятых 22 октября 1884г. на заключительном заседании Международной меридианной конференции в Вашингтоне, целью которой было «обсуждение и по возможности установление меридиана, который можно было бы считать нулевым при определении долгот и измерении времени во всем мире» [2].

Эта книга повествует об истории возникновения гринвичского времени, которым триста лет назад пользовались лишь те несколько сотен человек, кто жил и работал в Гринвиче, но - что особенно важно отметить - среди них были два астронома из только что основанной Королевской обсерватории, расположенной в Гринвичском парке. Книга рассказывает о том, как два столетия назад гринвичское время стали применять моряки всех стран, пользуясь британским «Морским альманахом», ежегодная публикация данных которого основывалась на гринвичском меридиане; о том, как спустя еще одно столетие с расширением международных связей появилось стремление координировать ход времени на всем земном шаре - так возникла принятая в настоящее время система поясного времени, задаваемая гринвичским меридианом; о том, что сегодня среднее гринвичское время стало всемирным временем, применяемым как в быту, так и в науке, и почему именно гринвичское время (а, скажем, не парижское) было выбрано в качестве всемирного времени.

Необходимость в таком всемирном времени и временной шкале, пригодной для всего мира, возникла совсем недавно. С древнейших времен человек регулировал свою повседневную деятельность по Солнцу: по его восходу, кульминации (полудню, или середине дня) и заходу. Действительно, у многих древних цивилизаций сутки делились на 12 «дневных» часов (от восхода до захода Солнца) и на 12 «ночных» часов (от захода до восхода Солнца), и эти часы имели разную продолжительность. А так как летние дни

длиннее зимних, то не только продолжительность дневных часов отличалась от продолжительности ночных часов (исключая дни равноденствия в марте и в сентябре), но и сами эти часы изменяли свою «длину» в зависимости от сезона. Путешественники отмечали также, что продолжительность этих часов изменяется в соответствии с тем, насколько близко или далеко они находятся от экватора.

Такая система «неравных часов», основанная на местном восходе и заходе Солнца, несмотря на все ее противоречия, была вполне удовлетворительна (исключая северные районы, где разница между продолжительностью дня и ночи могла быть очень большой) для многих повседневных бытовых и деловых целей. Вплоть до XV в. она применялась на практике в некоторых районах Италии. Однако греческие астрономы поделили сутки на 24 ч равной продолжительности, и их последователи в других государствах продолжили эту традицию.

Тем не менее, какая бы система часов ни применялась, время, измеряемое обычным человеком, было местным временем, т.е. временем, которое показывали солнечные часы в том месте, где они находились. Для этого человека было не важно, что в пунктах, расположенных к западу или востоку от него, солнечное время на самом деле было другим. Так, вследствие вращения Земли, когда в Лондоне наступал полдень, в Плимуте было 11 ч 44 мин, а в Норидже уже 12 ч 05 мин, или, говоря другими словами, в Лондоне полдень (когда Солнце находилось в зените) наступал на 16 мин раньше, чем в Плимуте, и на 5 мин позже, чем в Норидже. Но какое это имело значение в те времена, когда максимальная скорость передвижения человека зависела от лошади?! Во всяком случае, только в последние несколько столетий и то это относится в основном к городам - время измеряли с более или менее приемлемой точностью.

Возможно, обычный человек и не нуждался в более точном времени, однако для географов, составителей карт, астрономов, мореплавателей такая необходимость существовала. Им нужно было измерять время не для своих личных нужд, а, например, с целью определить разницу между долготами в определенных пунктах. Как это сделать - теоретически было ясно. Скажем, вы хотите найти разность между долготами Лондона и Плимута: если вы измерите точное время в Лондоне, допустим в полдень, и таким же образом определите его в тот же самый момент в Плимуте, получив, скажем, 11 ч 44 мин, то разница в 16 мин даст вам разницу в долготе между меридианами Лондона и Плимута, при этом известно, что 16 мин времени соответствует 4° (градусы дуги). И так как полдень в Плимуте наступает позднее, чем полдень в Лондоне, Плимут должен находиться западнее Лондона на 4° . (Более подробно проблемы определения долготы освещаются в приложении I.)

Но теорию и практику в этом вопросе разделяла большая пропасть. Как одновременно измерить местное время в удаленных друг от друга пунктах? Конечно, возможны другие методы определения разности долгот, например при помощи непосредственного измерения расстояний на земной поверхности или измерения магнитного поля Земли, однако наибольший успех сулил астрономический метод - путем измерения разности времен. Эта идея была высказана еще греческим астрономом Гиппархом около 180 г. до н.э., но точное определение долготы удалось осуществить лишь в 1650-х гг. - на суше и 1770-х гг. - в открытом море.

Начало истории введения гринвичского времени, таким образом, связано с попытками найти практический метод определения долготы, особенно у моря, так как именно там вследствие движения корабля и протяженности маршрутов возникали наибольшие трудности. Было очевидно, что введение единого времени - это не отвлеченная научная проблема, а практическая необходимость.

Благодарности

Значительная часть материала для этой книги была собрана в процессе подготовки

экспозиции в недавно открытой Галерее времени в старой Королевской обсерватории.

Я приношу глубокую благодарность моим коллегам по Национальному морскому музею, в частности директору музея Безилу Гринхилу и его помощнику Дэвиду Уотерсу за поддержку моей работы и предоставленную мне возможность ознакомиться с многими музейными экспонатами, а также Сьюзен Гастон, д-ру Дж. Беннету, Алану Стимсону, Ричарду Гуду, Роджеру Стивенсону и другим нынешним и бывшим сотрудникам управления навигации и астрономии; я признателен также Брайану Тримейну за его помощь в изготовлении большого числа фотографий. Особенно я обязан Стивенсону, написавшему приложение III, и его жене Мери, преобразившей мои каракули в безупречный машинописный текст.

Я не мог бы написать эту книгу без содействия и поддержки сотрудников Гринвичской обсерватории в Хёрстмонсо, руководимой сначала Аланом Хантером, а затем проф. Ф. Грэхемом Смитом, любезно согласившимся написать вступительную статью к моей книге. Я чрезвычайно признателен Хемфри М. Смигу, бывшему руководителю Отдела времени, т. е. самому «мистеру GMT» (Greenwich Middle Time - среднее гринвичское время. - Прим. перев), помощь и опыт которого существенно облегчили мою задачу, - он и его коллеги по Хёрстмонсо, д-р Дональд Садлер, Филип Лори, д-р Джордж Уилкинс, Лесли Моррисон и д-р Джон Пилкингтон (написавший приложение IV), прочли технические разделы рукописи. Дэвид Колверт предоставил в мое распоряжение многие нужные фотографии. Я благодарен также О'Харе и Эндрю Мюррею.

К сожалению, я могу упомянуть здесь лишь очень немногих из тех, кто помогал мне в работе, среди них: проф. Эрик Форбс из Эдинбурга, Джон Норт из Гронингена и Бересфорд Хатчинсон из Британского музея, которые читали отдельные разделы моей рукописи; проф. Симмонс из Лестера, Сеймур Чэпин из Лос-Анджелеса, Августе Салинас из Сантьяго (Чили); Оуэн Джинджерич из Гарварда; полковник Хэмфри Килл и капитан Эдвард Мэй из Лондона; Рита Стентон из Мидлсекса и Джон Кембридж из Эссекса; Сюзанна Дебарба, Анна Стойко, д-р Гино и М. Морандо из Парижской обсерватории; д-ра Чарльз Коттер из Кардифа и Барбара Хайнс из Аберистуита; Норман Робинсон и его сотрудники из Британского научного общества; Энид Лэйк из Британского астрономического общества, капитан Эндрю Дэвид из Гидрографического управления; г-жа Макнамара из архива Главного почтового управления. Я благодарен маркизу Бюте и его архивариусу мисс Арме за разрешение воспользоваться архивами Джеймса Стюарта Маккензи, а также Парижской Академии наук за предоставленные в мое распоряжение фотокопии.

И наконец, я хочу воздать должное терпению моей жены и семьи, которое позволило мне написать эту книгу.

Национальный морской музей,

Гринвич, сентябрь 1979

Дерек Хауз

1. Познание долготы: 300 г. до н. э. - 1675 г. н. э.

Долгота в древние века

Понятия географических широты и долготы, определяющих местоположение какого-либо пункта на поверхности Земли, вероятно, возникли в древней Греции за 300 лет до нашей эры, но не в том виде, как мы понимаем их сейчас: сегодня широта - это количество градусов к северу или к югу от экватора, а долгота - количество градусов к востоку или к западу от некоторого выбранного меридиана. В эллинские времена эти величины наиболее часто, хотя и не всегда, выражали в интервалах времени: так, широту определенного пункта определяли продолжительностью самого длинного светового дня в году, разность долгот

между двумя пунктами-различием их ^местных времен. Насколько нам известно, первым, кто предложил математически точную концепцию географической широты и долготы, был Клавдий Птолемей (ок. 90-160 гг. н.э.), который вместо традиционных временных координат привел в своей «Географии» сетку координат, исчисляемых в градусах, где широты измерялись от экватора, а долготы - от самой западной точки известного мира - «островов Фортуны» (Канарские острова. - Прим) [1]. Большую часть своей жизни Птолемей провел за работой в знаменитой библиотеке г. Александрии, где и были созданы два его великих труда, под влиянием которых наука находилась вплоть до XVII в. Первый из них - это «Большое собрание» (Megale Sintaxis), более известное как «Альмагест» - книга, вобравшая в себя все наиболее ценное из древнегреческой астрономии; в ней Птолемей продолжил работы Гиппарха и Аполлония и в то же время привел много собственных результатов. Второй работой Птолемея была «География» - справочник и атлас известного в те времена мира, состоящий из восьми томов, где указывались географические положения многих тысяч пунктов. В обширном вводном руководстве по составлению карт, описывая определение географического местоположения, Птолемей обсуждает, в частности, методы определения долготы, предложенные тремя столетиями ранее Гиппархом из Никеи в Вифании (Вифания находилась на северо-западе Малой Азии. - Прим. перев) (ок. 190-125 гг. до н.э.).

Уже во времена Гиппарха стало ясно, что определение разности долгот двух пунктов возможно по наблюдению (т.е. измерению местного времени) момента некоторого события в каждом из этих пунктов. В качестве такого события Гиппарх предложил использовать затмения Луны, так как ее вхождение в тень Земли и есть то событие, которое происходит в один и тот же момент для всех наблюдателей, где бы они ни находились на земной поверхности. Но, к сожалению, Гиппарх не указал способов, как измерить местное время в каждом из пунктов наблюдения. Непосредственно использовать для этой цели солнечные часы было невозможно, так как во время лунного затмения Солнце находится ниже горизонта. (Различные возможности этого способа определения долготы обсуждаются в приложении I.) При определении долготы методом лунного затмения возникали и другие трудности. Затмения случаются довольно редко: два-три раза в год, а иногда и совсем не происходят, поэтому определение долгот для большого числа пунктов требует длительного времени. В наследство потомкам Гиппарх составил таблицу затмений на шесть столетий вперед.

Другая трудность при наблюдениях лунного затмения заключается в том, что определить точный момент затмения нелегко. «Начало», «середина» и «конец» затмения для разных наблюдателей могут казаться разными, поэтому вполне вероятны ошибки по времени, в несколько минут, что соответствует нескольким градусам долготы. Несмотря на это, предложенный Гиппархом метод лунных затмений в течение последующих 1600 лет оставался единственным практическим методом, используемым для астрономического определения долгот.

В четвертой главе книги 1 «Географии», озаглавленной «Тщательно наблюдаемые явления должны быть более предпочтительны, чем те, которые выводятся из сообщений путешественников» (это один из тезисов Гиппарха, сформулированных тремя столетиями ранее), Птолемей описывает гиппарховский способ определения долготы по лунному затмению:

... и когда вслед за ним появились другие... вычисляющие большинство расстояний, особенно тех, что простирались к западу или востоку, исходя из некой общей традиции, и не из-за отсутствия мастерства или... вследствие лени части наблюдателей, а потому что в их время еще не существовало точной математики; к тому же наблюдалось немного затмений Луны в одно и то же время в разных местах; когда случилось затмение, в Арбеле было отмечено, что там оно произошло в пятом часу, из этого наблюдения было установлено, на сколько равноденственных часов [равных в противоположность неравным часам], или на какой промежуток времени, два пункта удалены один от другого на восток или запад; из этого ясно, что географ при написании географии должен положить в основу

своей работы известные ему явления, изученные путем самого тщательного наблюдения... [2].

Затмение, на которое ссылается Птолемей, произошло непосредственно перед Арбельской битвой в 330 г. до н. э. и было зафиксировано в Арбеле и Карфагене с предполагаемой разностью местных времен в три часа. (Действительная разница должна была составить 2 ч 15 мин.) Это, кажется, было единственным астрономическим определением разности долгот, которое Птолемей использовал в своей «Географии» [3].

Прошло более тысячелетия, прежде чем удалось сколько-нибудь существенно усовершенствовать метод определения долготы. Два крупнейших события в истории определения долготы в море относятся к последним десятилетиям XIII в. Во-первых, в Европе были изобретены первые механические часы-одно из самых важных изобретений средневековья. Само название часы (The clock (англ.). - Прим. перев) - по латыни сlossа означает колокол - говорит о том, что самые первые часы поначалу отсчитывали (отбивали) время для религиозных и мирских нужд, и только позднее они стали астрономическими и навигационными инструментами.


Во-вторых, появилась морская карта, самая древняя ссылка на которую найдена в описании времен Людовика IX (Святого) и восьмого крестового похода в 1270 г. Большинство ученых считают, что в те времена должен был существовать какой-то вид морской карты. Морская карта, насколько известно, получила распространение в Италии; обычно вычерченная чернилами на целой коже тонкого пергамента, она давала изображение Средиземного моря. Такая карта сопутствовала portolano, или штурманской книге (поэтому такие карты перешли в XIX в. под названием «портулановских карт») [4]. Древнейшая из дошедших до наших дней карт-это карта Средиземноморья, не имеющая ни подписи, ни даты, на которой отсутствует сетка широт и долгот [5]. Очевидно, она была нарисована где-то около 1300 г.

Век открытий

В начале XV в. торговля между Европой и Азией велась либо через Черное и Средиземное моря, либо по суше и почти полностью была сосредоточена в руках итальянских морских государств - Венеции и Генуи. Отрезанная от этих рынков Португалия устремилась к югу, решив распространить свое влияние на море. Уже в XIV в. она стала привлекать к себе на службу для создания морского флота генуэзских штурманов. Один из сыновей короля Ионна I принц Энрико (названный впоследствии Энрико Мореплавателем), губернатор южной провинции Алгарви, из своей резиденции Сагриш вблизи мыса Сан-Висенти нанимал на службу арабских математиков - они должны были инструктировать его капитанов по искусству навигации в Атлантическом океане, которое требовало совершенно иных навыков, чем мореплавание в Средиземном море.

Со временем на пожертвования ордена Христа, главным магистром которого являлся принц Энрико, Португалия снарядила корабли, которые, плавая на юг и вокруг Африки, открыли морской путь на Восток. В 1434 г. португальские мореплаватели достигли мыса Бохадор, самой южной точки Канарских островов, в 1444 г. - мыса Зеленого, в 1487 г. - мыса Доброй Надежды; усилия Португалии на море достигли своей наивысшей точки в 1498 г., когда Васко да Гама достиг г. Каликут на Малабарском побережье Индии.

Biffextilis			
Aureus numerus	2	Quadragesima	24 Februarii
Cyclus solaris	1	Pascha	8 Aprilis
Litterę domicales	g f	Rogationes	12 Maii
Inditio	Λ	Ascensio domini	16 Maii
Intuallū	Λ hebdo. 6	dies Pentecoste	26 Maii
Septuagesima	2	Februarii Aduēt domi	1 Decembris
Eclipsis Lunę			
	29	13	36
Februarii			
Dimidia duratio			
	1	26	



Saturnus	ab initio āni ad 6 Martii : item a 4 Nouēbris ad exitum anni retrogradus.
Iupiter	a capite anni ad 19 februarii : itē a 22 Nouēbris ad calcem anni retrogradus.
Mars	ab initio anni ad 3 Februarii retrogradus.
Venus	ab ineunte anno ad 26 Ianuarii retrograda.
Mercurius	a 4 Aprilis ad 26 eiusdem : rursus a 29 Iulii ad 20 Augusti : et a 22 Nouēbris ad 12 Decēbris retrogradus.

1. *Альманах Региомонтана, 1474. На этой странице показаны предвычисленные полные затмения Луны для 1504 г., с помощью которых Колумб поразил воображение туземцев Ямайки. (Королевское астрономическое общество.)*

Эти океанские путешествия, эти плавания в неизведанное способствовали развитию новых идей в навигации и обусловили использование астрономических методов определения местоположения в дополнение к уже испытанным временем способам измерения при помощи компаса, лотлиния и по оценке скорости корабля. Португалия достигла значительных успехов в изобретении методов и инструментов, позволяющих определять широту по наблюдениям Полярной звезды и Солнца. Протяженность океанского маршрута в северо-южном направлении не имела значения для определения местоположения корабля, но плавание вокруг мыса Доброй Надежды, т. е. движение в западно-восточном направлении, было очень важно, в особенности для Христофора Колумба, отплывшего с Канарских островов в сентябре 1492 г.

Некоторые исследователи пытались определять долготу из астрономических наблюдений. С этой целью Колумб захватил с собой в плавание библиотечку, включающую альманахи и эфемериды, составленные Иоганном Мюллером (прозванным Региомонтаном, от лат. Regiomontanus - Кёнитсбергский). Мюллер предвычислил каждодневные положения Солнца, Луны и планет для Нюрнберга на период 1476-1506 гг. [6]. Позднее его эфемериды были продолжены Стоффлером из Тюбингена до 1531 г. [7]. Во время своего второго путешествия Колумб, пока его корабль стоял в испанской гавани, наблюдал затмение Луны 14 октября 1494 г. Полученная им долгота отличалась на 23° к западу от истинной, что в единицах времени соответствует 1,5 ч [8]. Во время четвертого плавания, когда 29 февраля 1504 г. корабль находился на Ямайке, Колумб, воспользовавшись предвычисленным моментом затмения Луны, сначала разыграл перед туземцами роль божественного провидца (подобное событие 350 лет спустя Марк Твен описал в своем произведении «Янки при дворе короля Артура»), а затем из наблюдений определил долготу своего местонахождения, но с

ошибкой в 2,5 ч к западу. (Что было причиной этих ошибок - неточность в определении местного времени, ошибки альманаха Региомонтана, а может быть, просто желание Колумба доказать, что он действительно достиг берегов Азии, -этого мы никогда не узнаем [9].) 14 августа 1499 г. во время своего второго путешествия Америго Веспуччи наблюдал затмение Марса (покрытие этой планеты Луной) и определил долготу своего местонахождения - $1366 \frac{2}{3}$ лье (82°) к западу от г. Кадис [10] - с такой точностью, к которой трудно придаться. Но методы, применявшиеся Колумбом и Веспуччи, нельзя было использовать часто, и, кроме того, они давали приемлемые результаты только на стоянке. Поэтому в последнем десятилетии XV в. возникла крайняя необходимость в решении проблемы определения долготы в открытом море, что в конечном счете привело к основанию Гринвичской обсерватории и установлению гринвичского времени

Определение долготы методом лунных расстояний

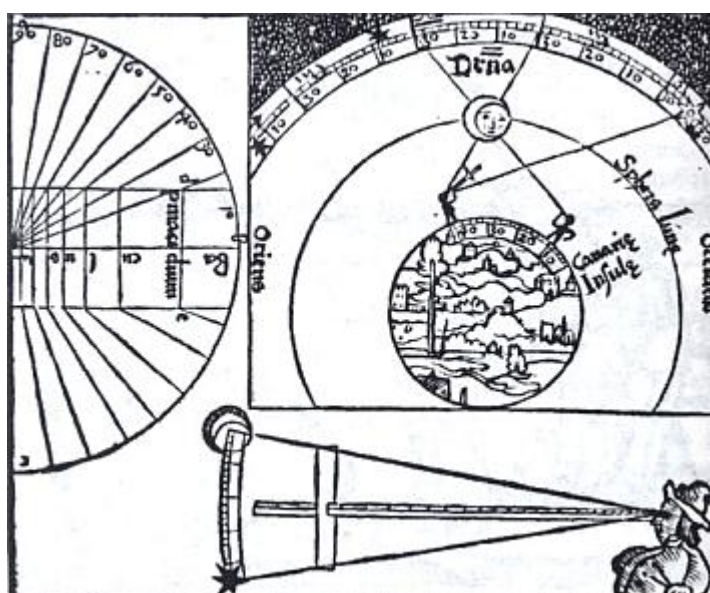
Правильное решение названной проблемы было уже не за горами. В 1514 г. Иоганн Вернер (1468-1522) из Нюрнберга опубликовал новый перевод 1-й книги птолемеевской «Географии» [11]. В своих комментариях к четвертой главе (несколько строк из которой мы уже цитировали) Вернер предложил впредь для определения долготы воспользоваться новым методом, названным им методом лунных расстояний, а для наблюдений применять поперечный жезл - инструмент, созданный на основе жезла Якоба, изобретенного за двести лет до этого прованским астрономом Леви бен Герзоном [12].

Тем не менее прошло еще почти 250 лет, прежде чем появилась практическая возможность измерять долготу в открытом море методом лунных расстояний. (Более подробно об этом говорится в приложении I.) В этом методе используется то, что Луна сравнительно быстро перемещается на фоне звезд зодиакальных созвездий, передвигаясь за час на расстояние, примерно равное ее диаметру. «Таким образом, географ прибывает в один из выбранных пунктов и в любой известный момент времени ведет оттуда при помощи этого инструмента [поперечного жезла] наблюдения расстояния между Луной и одной из опорных звезд, расположенных вблизи (или на самой) эклиптики» [13]. Так писал Вернер, предлагая, между прочим, использовать этот метод на суше. Затем с помощью астрономических таблиц положений звезд и альманаха с предвычисленными положениями Луны можно определить разность долгот между наблюдательным пунктом и тем местом, для которого был составлен альманах. Однако все это было хорошо только в теории. На практике же ни инструментов, ни точных таблиц, позволяющих получить удовлетворительные результаты, в то время не существовало. Более того, Вернер не принял во внимание лунный параллакс - явление, вследствие которого для наблюдателей, находящихся в разных пунктах на поверхности Земли, положение Луны на небесной сфере оказывается различным. Для получения точных результатов учет параллакса был совершенно необходим.



2. Наблюдения с помощью поперечного жезла, используемые для определения лунных расстояний и измерения высот зданий. Эта гравюра была приведена на титуле труда Петра Апиана 'Введение в географию' (*Introductio Geographica Petri Apiani in Doctissimus Vernerii Annotationes...*), Ингольштадт, 1533. (Британская библиотека.)

Морякам и ученым метод лунных расстояний был известен не в том виде, как он описывался Вернером, - они знали его наглядное, как хорошая картина, описание, приведенное в «Космографии» (Ингольштадт, 1524) Петра Апиана (1495-1552) [14]. Этот труд в 1533 г. был переиздан Геммой Фризием (1508-1555), фризийским астрономом и математиком [15], и успешно публиковался до конца шестнадцатого столетия. В Англии первое описание метода лунных расстояний было сделано Уильямом Канингэмом из Нориджа в 1599 г. в книге «Космографическое зеркало», написанной прекрасным языком и отпечатанной великолепным итальянским шрифтом:



3. Древний рисунок, иллюстрирующий определение долготы методом лунных расстояний, из первого издания труда Петра Апиана 'Космография' (Ингольштадт и Ландшат, 1524). (Бодлеанская библиотека, Оксфорд.)

Я открою вам, какие три вещи необходимы для этого дела. Первое-это

астрономический жезл, называемый также жезлом Якоба (подобный которому вы можете найти среди других инструментов), второе - истинное положение Луны в поясе Зодиака в градусах и минутах в тот момент, когда вы производите наблюдение (его можно взять из эфемерид), и третье - долгота опорной звезды, которую можно получить из таблицы опорных звезд, помещенной в моей первой книге. Имея все это, вы должны взять ваш стержень с прикрепленной к нему поперечной рейкой и навести один конец рейки на центр Луны, а другой - на подходящую звезду, затем передвигать рейку вверх и вниз до тех пор, пока концы стержня не соединят центры Луны и звезды. После этого рейка укажет вам расстояние Луны от звезды в градусах и минутах. Зная расстояние в градусах и минутах между Луной и опорной звездой, которое вы имели до наблюдения, и вычтя эти расстояния одно из другого, вы получите разность. Если вы поделите эту разность на величину, на которую перемещается Луна за один час, то это даст вам момент, когда Луна находилась за звездой (если звезда расположена к западу от нее) или когда она будет перед звездой, если звезда была восточнее Луны [16].

Изобретение хронометрического метода

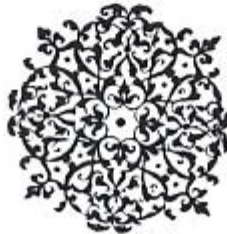
Первым, кто предложил воспользоваться часами для определения долготы в море, был упомянутый выше Гемма Фризий. В своей работе «Принципы астрономической космографии», вышедшей в Лувене в 1530 г., в главе 19, озаглавленной «Содержание нового метода определения долготы» он пишет:

You shall prepare à parfait clocke artificially made, such as are brought from Flaunders, & we haue the as excellently without Temple barre, made of our countrymen. Spoud. Do you not meane such, as we vse to weare in the facion of à Tablet? Phi. Yea truly, when as you trauell, you shall set the nedle of youre Diall exactlye on the hour found out by the sonne on the daye, & by some starre in the night: the traueling withoute intermission, whan as you haue traueled .xx. yea. xl. miles or more (if your next place, whose longitude you desire be so far distant) then marke in your Diall, the houre that it sheweth: after with an Astrolabe, or Quadrant, finde out the hour of the day in that place: & if it agre with the same which your clock sheweth, be assured your place is north or South frō the place you came from, & therefore haue the same lōgitude, & meridiā line. But & the time differ, subtract th'one, out of th'other, & the differēce turn into degrees & minut. of th'equinoctiall as before, then adde or subtract, as in th'other .ij. precepts, going before.

But now behold the skie is ouer cast with cloudes:

wherfore let vs haste to our lodgings, & ende our talke for this presente.

Spoud. With a righte good will.



4. Хронометрический метод определения долготы - английское описание, 1559 г. Из труда У. Канингэма 'Космографическое зеркало' (The Cosmographical Glasse, 1559). (Национальный морской музей.)

В нашем веке мы имеем некоторое количество небольших искусно изготовленных часов, находящих себе определенное применение. В связи с их небольшими размерами эти часы необременительны в путешествии. Часто они могут идти непрерывно свыше 24 ч. Ас вашей помощью они смогут идти вечно. Используя такие часы и некоторые методы, можно определить долготу. Прежде чем отправиться в путешествие, мы должны позаботиться о том, чтобы точно найти время в исходном пункте, из которого мы отправляемся. Когда мы отойдем на 15-20 миль, пожалуй, можно узнать разность долгот между тем местом, которого мы достигли, и местом нашего отправления. Мы должны подождать до тех пор, пока часовая стрелка наших часов не подойдет точно к часовой отметке циферблата, и в этот же момент с помощью астролябии или глобуса определить

время в том месте, где мы находимся. Если это время с точностью до минуты совпадает с тем временем, которое показывают наши часы, то можно быть уверенным, что мы до сих пор находимся на том же самом меридиане, или на той же долготе, и наше путешествие проходило в южном направлении. Но, если эта разность достигнет одного часа или некоторого количества минут, тогда эти величины мы должны перевести в градусы или градусные минуты методом, который я описывал в предыдущей главе, и таким образом получить долготу. При помощи этого способа я могу определить долготу любого места, даже если я неожиданно прошел тысячу миль и даже если расстояние, которое я прошел, мне неизвестно. Но прежде всего, как всегда, нужно определить широту. Я уже рассказывал, как это сделать, а также объяснил, каким образом ее можно получить при помощи методов, связанных с определением времени. Итак, действительно нужно иметь очень надежные часы, не меняющие свой ход при изменении окружающих условий [17].

В издании 1533 г. есть изречение, в котором, кажется, впервые упоминается об определении долготы в море:

Таким образом, в длительных путешествиях, особенно морских, полезно пользоваться большими клепсидами (водяными часами) или песочными часами, которые смогут точно измерять время круглые сутки и благодаря которым можно исправлять ошибки других часов [18].

В 1555 г. Ричард Эден перевел это описание на английский язык и добавил к нему собственный постскриптум:

И таким путем долгота будет найдена. При помощи этого искусства я смогу найти долготу местоположения, даже если я буду находиться за тысячу миль от избранного мной курса и на неизвестном расстоянии, но для этого сначала должна быть хорошо известна широта. Конец [19].

Но все это пока оставалось лишь мечтой, которая осуществилась только через два столетия.

На эту же тему Каннингэм написал трактат в форме диалога между «собеседниками» Филоникусом и Сподиусом, страница которого воспроизведена на рис. 4 [20].

Долготные призы

Хотя теоретически, казалось, все было ясно, настоятельно требовалось практическое решение вопроса об определении долготы, причем не только в море, но и на суше; к этому побуждало развитие океанских путешествий, а также все возрастающая зависимость ряда стран от торговли с Вест-Индией.

В 1567 г. испанский король Филипп II назначил вознаграждение за решение проблемы определения долготы в открытом море. В конце столетия Мигель Сервантес и другие испанские писатели острили по поводу попыток некоторых «сумасшедших» определить местоположение в море - *el punto fijo* [21]. «Определение долготы», как и «квadrатуру круга», стали отождествлять с чем-то в сущности неразрешимым; так, математик из «Новеллы о беседе собак» Сервантеса говорит:

Вот уже двадцать два года, как я стараюсь отыскать неподвижную точку [punto fijo]: то она у меня пропадает, то снова находится; стоит мне только поверить, что я ее нашел и что она от меня больше не уйдет, смотришь - опять я от нее так далеко, что просто диву даешься! Не лучше обстоит у меня дело и с квадратурой круга: одно время я был так близко к цели, что до сих пор мне кажется, будто решение лежит у меня в кармане... [22].

В 1598 г. Филипп III обещал вознаграждение - 6 тыс. дукатов в качестве постоянного взноса, 2 тыс. дукатов в виде пожизненной ренты и 1 тыс. дукатов для оказания помощи-любому, кто сможет «открыть долготу». Полностью этого приза не удостоился никто, но для поощрения возможных изобретателей были выплачены значительные суммы. Гулд упоминает о семи случаях вознаграждений за период 1607-1626 гг., большинство из которых

было связано с работами по созданию компасов и по магнетизму [23]. Приблизительно в то же время Соединенные провинции Голландии назначили приз в 30 тыс. флоринов [24]. Вознаграждение обещали также Португалия и Венеция [25].

Очевидно, самой известной личностью среди причастных к испанскому призу был итальянский астроном Галилео Галилей (1564-1642). С помощью недавно изобретенного телескопа он сделал одно из своих первых блестящих открытий, а именно обнаружил у Юпитера четыре спутника, которые при наблюдениях с Земли с периодами от 1,75 до 17 сут появлялись и исчезали, скрываясь за Юпитером или попадая в тень планеты. Затмения и покрытия всегда происходили фактически в один и тот же момент для любого наблюдателя, в какой бы точке земной поверхности он ни находился. Галилей понял, что это явление можно использовать как самые совершенные небесные часы, которыми, если затмения будут заранее предвычислены, можно воспользоваться для определения долготы подобно тому, как в свое время Гиппарх предлагал использовать затмения нашего спутника, Луны. Метод Галилея обладал дополнительным преимуществом вследствие того, что затмения юпитерианских спутников происходят много чаще: один-два раза за ночь.

Но этот метод обладал и недостатками: во-первых, для того чтобы им воспользоваться, был необходим телескоп, который, как считалось, применять в море затруднительно (позднее это стало возможным); во-вторых, сами затмения происходят не мгновенно. Однако Галилей, уверенный в том, что эта задача разрешима, занялся изучением движения юпитерианских спутников и составил таблицы, предсказывающие моменты затмений. В 1616 г. в надежде выиграть «долготный приз», он предложил свой метод Испании. На испанцев этот метод впечатления не произвел, и в 1632 г. после продолжительной переписки Галилей, по всей видимости, оставил мысль о его продаже Испании. В 1636 г. Галилей попытался предложить свой проект Голландии, отмечая, что он потратил двадцать четыре года на совершенствование своих таблиц. В отличие от Испании Соединенные провинции Голландии заинтересовались предложением Галилея, но переговоры шли с трудом. В это время Галилей находился фактически под домашним арестом в Арсетри вблизи Флоренции, пребывая под тайным надзором инквизиции, которая не позволила ему даже принять золотую цепь, подаренную правительством Голландии. Смерть Галилея, последовавшая в 1642 г., положила конец всем переговорам.

Достижения семнадцатого столетия

Исследуя колебания маятника как механизма, позволяющего регулировать ход часов, Галилей внес новый вклад в развитие искусства измерения времени, а также в историю определения долготы. Первое упоминание об использовании гиревых часов в астрономии относится к 1484 г., когда Бернард Уолтер, ученик Региомонтана, применил такие часы для измерения промежутка времени между моментами восходов планеты Меркурий и Солнца [26]. Часы были неотъемлемой частью астрономического инструментария, которым пользовался знаменитый датский астроном Тихо Браге (1546-1601); составленный им каталог 777 звезд, расширенный до 1005 звезд и опубликованный современником Галилея Иоганном Кеплером (1571-1630) в его Рудольфовых таблицах в 1627 г. [27], оставался самым совершенным вплоть до основания в 1675 г. Королевской обсерватории. Тихо Браге приобрел и испытал в период 1577-1581 гг. четыре экземпляра часов, после чего пришел к заключению, что из-за дефектов часового механизма эти часы непригодны для решения большинства астрономических задач.

В 1637 г. Галилей первым обратил внимание на то, что длина маятника может служить элементом, регулирующим ход часов, однако ему так и не удалось практически усовершенствовать часовой механизм. Под действием силы тяжести маятник совершает естественное, регулярное движение. Это явление, называемое изохронностью, означает, что колебания маятника происходят с равными промежутками времени, почти не зависящими от угла отклонения маятника и веса его груза. Период колебания маятника, однако, связан с его

длиной и поэтому легко регулируется.

Галилей произвел соответствующие расчеты для самых простых маятниковых часов со спусковым механизмом (см. приложение III), поддерживающим непрерывное движение маятника. Тем не менее, насколько нам известно, реальные часы по этим расчетам так никогда и не были изготовлены. Честь изобретения маятниковых часов - но не открытия изохронности маятника-принадлежит голландскому математику, астроному и часовых дел мастеру Христиану Гюйгенсу (1629-1695). Изобретение в 1657 г. маятниковых часов и балансной часовой пружины - в 1670-х гг., в разработке которой Гюйгенс также принимал участие, следует рассматривать как основные этапы в развитии науки измерения времени.

Прежде чем более подробно говорить о работах Гюйгенса и его хранителях времени, вспомним теоретические разработки тех лет, связанные с определением долготы. В 1634 г. Жан Батист Морин, доктор медицины и профессор математики Королевского колледжа в Париже, заявил, что он открыл секрет долготы. Для изучения этого открытия кардинал Ришелье учредил комиссию в составе адмирала и пяти ученых. Астролог, свято верящий в систему мира Птолемея, согласно которой Земля является центром Вселенной, Морин не доверял часам и поэтому писал, что не знает, достигнет ли дьявол успеха в изготовлении долготного хранителя времени, но пытаться это сделать человеку - просто безумие [28]. Сам же Морин предлагал применить для определения долготы описанный выше метод лунных расстояний, однако с учетом очень важного явления-лунного параллакса. С точки зрения геометрии метод Морина был верен, но, как решила комиссия, он не поможет определить долготу, так как таблицы положений звезд и Луны настолько несовершенны, что не позволят применить его на практике. Тогда Морин, рассчитывая на вознаграждение, обратился к Голландии, и тоже безуспешно. Все же в конце концов преемник Ришелье кардинал Мазарини в 1645 г. назначил Морину пенсию в размере 2 тыс. ливров.

После изобретения в 1657 г. маятниковых часов Гюйгенс обратился к проблеме измерения долготы, будучи уверен, что именно с помощью часов-морского хранителя времени, который сможет хранить время в течение многих месяцев в любых климатических условиях, несмотря на движение корабля, - вскоре представится возможность определить долготу. Поэтому в последующие годы он усердно занимался изготовлением разнообразных морских хранителей времени, которые в период 1662-1687 гг. испытывались - морских путешествиях. В 1668 г. один из хронометров Гюйгенса, выдержав два шторма и морское сражение, позволил определить разность долгот между Тулоном и Критом; полученный результат, $20^{\circ} 30'$, отличался от истинного значения, $19^{\circ} 13'$, всего на 100 км (если ошибку выразить в единицах длины) [29]. Ход первых хронометров Гюйгенса, регулируемых маятником (если хронометры подвергались качке), был очень беспорядочен. Поэтому в 1674 г. Гюйгенс отказался от маятника и предложил в качестве регулятора хода морского хронометра использовать баланс и балансную пружину. Это был смелый шаг, но, как мы увидим, должно было пройти еще сто лет, прежде чем появилась возможность изготовить по-настоящему удовлетворительный морской хронометр.

Морин, после того как его предложения по определению долготы были в 1630-х гг. отвергнуты, вдохновился идеей о создании обсерватории, которая позволила бы получать данные, необходимые для практических целей. При Людовике XIV, в 1667 г., в значительной степени благодаря стараниям министра финансов Франции Жана Батиста Кольбера, была создана Парижская обсерватория как часть основанной в предыдущем году Королевской Академии наук. Это предопределило ведущее место Франции в науке, а следовательно, обусловило ее господство и на море. Для сотрудничества с французскими учеными, такими, как Жан Пикар, Адриан Озу и Филипп де ла Гир, в Парижскую обсерваторию были приглашены с назначением им высоких окладов многие знаменитые иностранные ученые, среди которых были Христиан Гюйгенс из Лейдена, Оле Рёмер из Копенгагена и Джованни Доменико Кассини из Болоньи.

Британский эквивалент Французской Академии наук - Королевское общество Лондона для совершенствования естественнонаучных знаний было основано Карлом II четырьмя

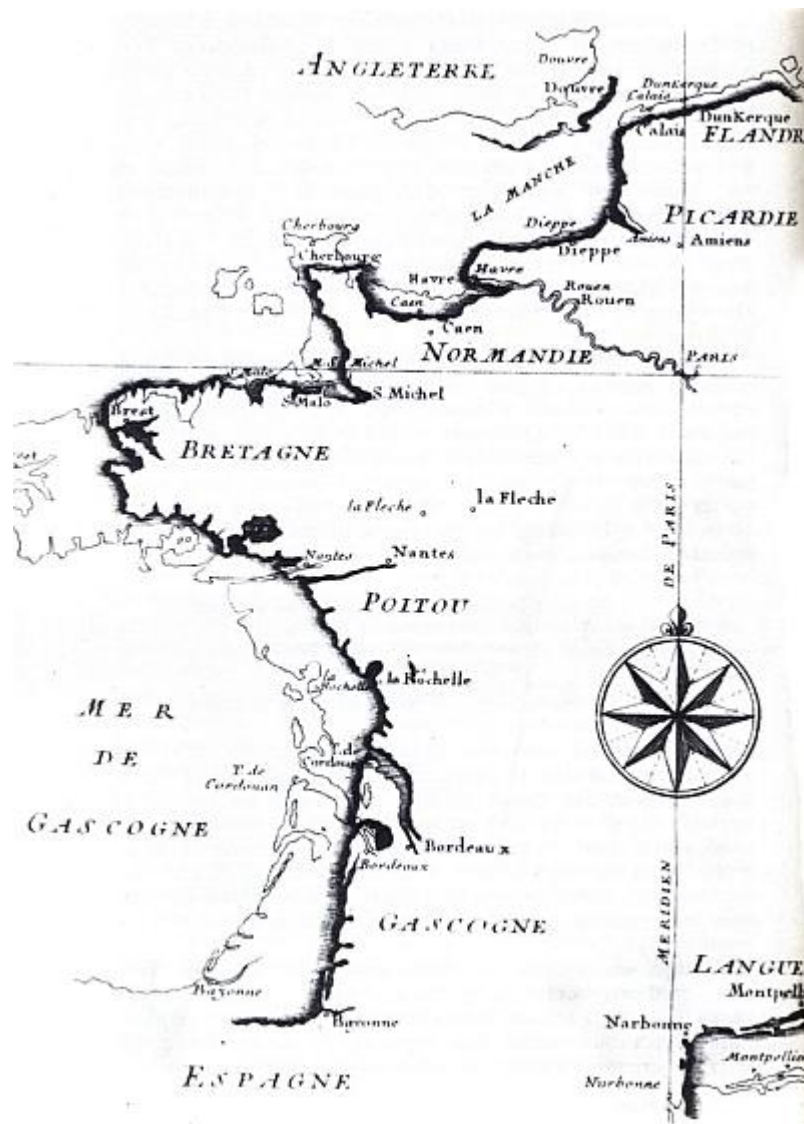
годами раньше, в 1662 г. «Определение долготы» было одним из многих предметов натурфилософии, которые привлекли к себе внимание только что созданного научного общества. Ниже цитируется 26-я строфа поэмы «В честь избранной компании философов и остряков, которые встречаются еженедельно по средам в Грешэмском колледже»:

26. Наш колледж вскоре целый мир измерит,
Который невозможно и объять.
И каждый навигатор пусть поверит,
Что сможет долготу свою узнать.
И без труда до антиподов
Любой корабль доставлен будет моряком.

Эта поэма, по-видимому, была написана около 1661 г., за год до того, как король подписал хартию об основании Королевского общества. Поэма состоит из двадцати восьми строф, первые двадцать шесть из которых посвящены описанию разнообразных проектов, рассматриваемых зарождавшимся обществом: лунному глобусу Рена, воздушному насосу Бойля, экспериментам с намагниченными опилками, пожиранию одежды молью, водолазному колоколу Эвелина, гравированию и травлению [30].

Прежде чем перейти к истории гринвичского времени, заметим, что Французскую Академию в то время занимали два вопроса. Одним из планов, принятых академией, предусматривалось составление новых карт Франции на основе измерения долгот методом Галилея - из наблюдений спутников Юпитера.

Новая топографическая съемка, произведенная Кассини и Пикаром, подтвердила, что старые карты завышали истинные размеры Франции. Король, недовольный очевидным изменением подвластной ему территории, как утверждают, сказал, что его топографы урезали территорию его страны в гораздо большей степени, чем его армия ее увеличила.



5. Повторная картографическая съемка территории Франции. Тонкой линией показана карта Франции до съемки. (Британская библиотека.)

Второй вопрос связан с именем Андре Рейснера, немца из Нойштатта, который прибыл к Людовику XIV с непогрешимым, по его мнению, решением проблемы долготы при помощи «одометра» (Счетчик пройденного пути - Прим. перев) - разновидности корабельного лага, который, как считал изобретатель, может измерять не только скорость корабля при погружении инструмента в воду, но и скорость на суше. «Он обратился к королю и получил письмо, из которого фактически следовало, что Его Величество берет на себя финансирование открытия, благодаря которому все народы получают пользу, и обещает выплатить изобретателю одновременно 60 тыс. ливров, а также гарантирует ему право получать 4 су за каждую тонну грузоподъемности от всех судов, воспользующихся его открытием. Его Величество обязуется выплачивать награду до тех пор, пока общая сумма не превысит 8 тыс. ливров в год, сохраняя при этом за собой только возможность отменить это право по выплате 100 тыс. ливров. Единственным требованием, предъявляемым к изобретателю, была необходимость продемонстрировать эффективность своего изобретения перед господами Кольбером, Дюкеном, генерал-лейтенантом военно-морского флота Его Величества, и членами Академии наук господами Гюйгенсом, Керкви, Робервалом, Пикаром и Озу». Члены комиссии, назначенной королем, встретились в должное время и пришли к выводу, что хотя это устройство весьма остроумно, оно не позволяет определять долготу с какой-бы то ни было точностью. «От немца потребовали письменно ответить на все вопросы,

поставленные академией, и он это сделал; но даже обещанные 160 тыс. ливров не смогли его вдохновить на ответы, которые могли бы опровергнуть выдвинутые против его изобретения возражения» [31]. Таким образом, Рейснер так и не получил обещанных денег. Эта история показывает, насколько большое значение Франция придавала решению проблемы определения долготы в открытом море. Можно сказать: «Решение долготной проблемы должно быть таким же величайшим благом для человечества, как и для автора решения; большие награды обещаны любому, кто бы ни решил первым эту проблему. Действительно, те, кто видел, как много людей билось над решением задачи о квадратуре круга, хотя это не могло им принести ничего, кроме славы, не могли оставаться равнодушными к определению долготы, так как решение этой проблемы могло им дать не только славу, но и несравненно более ощутимую выгоду» [32]. Поиск нужного решения этой проблемы на долгие годы занял умы множества людей.

2. Гринвичское время для астрономов: 1675-1720 гг.

Характеристика обстановки

История гринвичского времени началась в 1674 г., когда на английском троне находился Карл II. Это был период затишья в ходе Голландской войны, в которой Англия участвовала в союзе с Францией. Однако союз этот был весьма непрочным, не пользовался популярностью в Англии и вскоре под влиянием успехов на море голландского адмирала де Рюйтера окончательно распался.

На развитие астрономии и вообще науки в Англии в тот период большое влияние оказали три личности (причем первая из них совершенно произвольно). Начнем с Луизы де Керуаль, бретонской леди, пользовавшейся большой привязанностью короля. Дочь Гийома Пенанкое, сира де Керуаль в Бретани, Луиза сначала была статс-дамой у герцогини Орлеанской Генриетты - Анны, младшей и любимой сестры Карла, которая в 1661 г. вышла замуж за Филиппа, брата Людовика XIV, став таким образом второй дамой Франции.

После смерти герцогини в 1670 г. Луиза была перевезена в Англию герцогом Букингемским (который, как говорят, был шпионом французского короля Людовика XIV) и назначена статс-дамой королевы Екатерины. Вскоре Луиза, с ее прекрасными карими глазами и лицом ребенка, стала фавориткой Карла II и 29 июля 1672 г. родила ему сына Чарльза Леннокса, ставшего позднее герцогом Ричмондским. В 1673 г. Луизе был пожалован титул герцогини Портсмутской, и с тех пор она выступала в роли главной метрессы короля, хотя, как принято было говорить, «Карл никогда ничего не упустил, а только все прибирал к своим рукам» [1]. Нелл Гвин из Старого Дрюри и Гортензия, герцогиня Мазарини, также пользовались благосклонностью короля, но они никогда не были соперницами герцогини Портсмутской, а лишь дополняли ее. В связи с нашей историей интересно отметить, что незадолго до своей смерти Карл пожаловал Нелл титул герцогини Гринвичской [2].



б. Луиза де Керуаль. С картины Генри Гэскара, 1670-1671 (собственность лорда Тальбота из Мэлэхайда). (Куртольдковский институт искусств.)

Вторым человеком, о котором здесь следует рассказать, был Джонс Мур (1627-1679), родившийся в Уитили в Пендл-Форест (Ланкашир). С ранних лет он решил посвятить себя математике. Во время гражданской войны Мур имел возможность заниматься в библиотеке антиквара Кристофера Таунли, покровителя многих молодых ученых северной части королевства, таких, как Уильям Гаскойнь, Джемери Горрокс, Джемери Шакерли и его собственный племянник Ричард. Опубликовав в 1647 г. свою первую работу - учебник математики, Мур вскоре переехал в Лондон, где занялся преподаванием математики. В те смутные времена он едва смог найти несколько учеников, однако вскоре ему повезло: в 1649 г. он получил назначение в графство Фен в качестве топографа на работах по осушению болот. Эта должность принесла ему известность и дала возможность широко заниматься топографической съемкой на протяжении всего существования английской буржуазной республики. В период реставрации монархии выходит второе издание «Арифметики» Мура с посвящением графу Йорку. В 1663 г. Мур для изучения вопросов фортификации отправляется в Танжер, который в 1662 г. отошел к владениям английской короны в качестве приданного королевы Екатерины Брагантской.

В 1669 г. Мур получает дворянский титул и назначается генерал-топографом артиллерийского технического управления. С этого времени Мур работает в лондонском Тауэре, «пользуясь высочайшим королевским расположением, с помощью которого он стремится извлечь научные достижения от забвения» [3]. В 1670 г. Мур становится наставником 24-летнего астронома Джона Флемстида. Обри назвал Мура «одним из самых просвещенных джентльменов своего времени, хорошим математиком и прекрасным товарищем» [4]. В 1673 г. Мур вместе с Сэмюэлем Пеписом оказался одним из основателей Королевской математической школы при христовом госпитале, в которой должны были обучаться штурманскому делу мальчишки [5].



7. Джон Мур; гравюра приведенная в его 'Арифметике'. (Национальный морской музей.)

И наконец, третьей личностью из тех, кто призван сыграть немаловажную роль в нашем рассказе, был Джон Флемстид (1646-1719), сын богатого солодовника, родившийся вблизи Дерби. В возрасте 14 лет он страдал «приступами нездоровья, которые являлись следствием слабых легких и других недомоганий» [6], что и заставило его на два года раньше оставить школу в Дерби. Хрупкое здоровье, к несчастью, сохранилось у него на всю жизнь, помешав ему сразу после окончания школы поступить в университет; поэтому изучать науки, прежде всего математику и астрономию, Флемстид начал дома. К 1669 г. он установил связь - членами Королевского общества в Лондоне, а в 1670 г. на пасху побывал там. В Лондоне он встретился с Джонсом Муром, который уже был наслышан о талантах Флемстида и согласился стать его научным руководителем. Мур познакомил Флемстида с астрономическими инструментами, которые должны были помочь ему в его исследованиях в Дерби: линзами и трубами телескопов, микрометром и т.д. По пути домой Флемстид заехал в Кембридж и занес свое имя в списки учеников колледжа Иисуса. Здесь он впервые встретил Исаака Ньютона, впоследствии доставившего ему немало неприятностей. В 1672 г. Флемстид посетил Ричарда Таунли в Таунли - холле вблизи Барнли (Ланкашир) с целью ознакомиться с работами трех блестящих астрономов - Уильяма Гаскойня, Джереми Горрокса и Уильяма Крабтри, труды которых хранились в библиотеке Кристофера Таунли, дяди Ричарда.



8. Джон Флемстид, первый королевский астроном, со своим помощником Томасом Уэстоном. Рисунок Джеймса Торнхилла, 1710 г., сделанный им на юго-восточной стене картинного зала нынешнего здания Королевского морского колледжа в Гринвиче. (Национальный морской музей.)

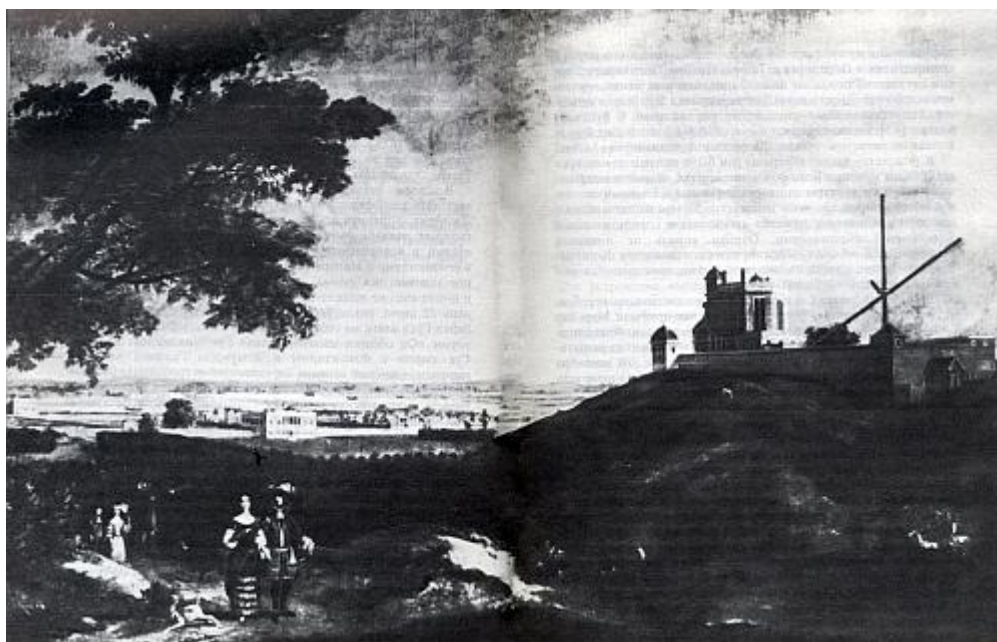
Благодаря содействию Мура 14 мая 1674 г. король дал указание Кембриджскому университету «присвоить степень магистра Джону Флемстиду, окончившему колледж и прошедшему много лет за изучением гуманитарных и естественных наук, в особенности астрономии, в которой он уже проделал настолько полезные наблюдения, что они были высоко оценены выдающимися представителями этой науки» [7].

Основание гринвичской обсерватории

Осенью 1674 г. Королевское общество приступило к составлению планов размещения обсерватории в старом колледже короля Якова I в Челси (приспособленного в 1682 г. под королевский госпиталь), который в 1667 г. был подарен обществу. Мур обещал оплатить все издержки на переустройство здания и предложил в качестве наблюдателя обсерватории 28-летнего Флемстида.

Однако, пока обдумывались все эти планы, произошло событие, которому суждено было сыграть в этой истории свою роль. Флемстид вспоминал: «Случайность ускорила строительство [Гринвичской] обсерватории. Француз по имени Сен-Пьер, имеющий самые минимальные познания в астрономии, вызвал интерес французской леди, пользующейся высочайшей милостью, и предложил не что иное, как способ определения долготы» [8]. Упомянутая леди была герцогиней Портсмутской. Мы почти ничего не знаем о Сен-Пьере, но судя по его имени и титулу, вполне вероятно, что он прибыл из Бретани и, возможно, еще раньше встречался с герцогиней; однако всего этого слишком мало, чтобы опознать его личность более точно [9]. Как бы то ни было, в декабре 1674 г. короля убедили издать приказ о назначении королевской комиссии для проверки предложений француза. В комиссию вошли: лорд Бруннер, президент Королевского общества, выполняющий также функции инспектора военно-морского флота; Сэт Уорд, епископ Солсбери, профессор астрономии в Оксфорде в 1649-1661 гг.; Сэмюэль Морланд, математик и изобретатель, камер-юнкер Карла II; Кристофер Рен, королевский генерал-топограф, профессор геометрии в Грешэмском колледже в Лондоне в период 1657-1661 гг., он же профессор астрономии в Оксфорде в

период 1661-1673 гг.; полковник Силиус Титус, камер-юнкер; доктор Джон Пелл, математик, известный главным образом благодаря - изобретению им знака деления; Роберт Гук, магистр искусств, топограф, куратор Королевского общества, профессор геометрии в Грешэмском колледже. Все они, кроме Рена, уже состояли членами комиссии, годом ранее утвержденной королем для оценки предложенного неким Генри Бондом метода определения долготы в море по измерению отклонения магнитной стрелки [10]. Что касается Рена, то до того, как он увлекся архитектурой, он был астрономом и поэтому его назначение в комиссию не было случайным. 2 февраля 1675 г. Джон Флемстид приехал в Лондон и остановился в Тауэре вместе с Муром. Через несколько дней Мур попросил полковника Титуса взять с собой Флемстида на аудиенцию к королю, где Титус намеревался доложить Его Величеству об очень важных результатах, достигнутых Жаном Пикаром и его коллегами по Академии наук при большой топографической съемке Франции. Для определения долгот Пикар наблюдал затмения спутников Юпитера. Этот метод хорошо зарекомендовал себя на суше, однако из-за корабельной качки, не позволяющей производить точные наблюдения, его практически нельзя было применять в море. В свете дальнейших событий не исключено, что Флемстид также вел беседу с королем о долготной проблеме на море и о необходимости создания в Англии обсерватории, которая могла бы помочь получить необходимые данные. Правда, Королевское общество уже планировало размещение такой обсерватории в Челси, в чем был заинтересован и сам Флемстид. Но не Флемстид ли напомнил королю, что Пикар имел в своем распоряжении ресурсы королевской обсерватории в Париже, основанной восемь лет назад?



9. Вид на Гринвичскую обсерваторию с холма Крум (примерно 1680 г.). Во дворце королевы (в центре слева) сегодня находится отделение Национального морского музея, во дворце короля (слева) - часть Королевского морского колледжа. (С картины неизвестного художника, из собраний Национального морского музея.)

Тем временем Сен-Пьер и его покровительница герцогиня сгорали от нетерпения. 31 января 1675 г. государственный секретарь Джозеф Уильямсон заявил Морланду, что комиссия должна приступить к работе незамедлительно. На следующий день Сен-Пьер сам передал письмо Морланда секретарю комиссии Пеллу. Наконец, четверо из семи членов комиссии - Морланд, Пелл, Титус и Гук - встретились в пятницу 12 февраля в доме полковника Титуса, составив, таким образом, требуемый кворум. Флемстид был приглашен в качестве официального помощника комиссии.

Он [Сен-Пьер] претендовал не менее чем на абсолютное определение долготы с помощью простых небесных наблюдений, для чего, по его словам, нужно знать только высоты двух звезд и их положение относительно меридиана; кроме того, требовались следующие данные: высота двух лунных краев [нижнего и верхнего], высота полюса в минутах [т. е. широта места наблюдения] и год и день наблюдений. В таком случае он ручался указать, на каком меридиане проводятся наблюдения [11].

Так писал Флемстид в 1682 г. Можно не сомневаться, что Сен-Пьер надеялся получить крупную награду за решение этой важной проблемы. На первой встрече комиссии 12 февраля Флемстид обязался произвести требуемые наблюдения. Полученные им данные были вручены в следующую среду Пеллу, который через два дня передал их Сен-Пьеру. По словам Флемстида, метод Сен-Пьера теоретически пригоден, хотя ранее были известны методы, заслуживающие большего внимания. Сен-Пьер предложил использовать для измерения долготы Луны вертикальные углы, тогда как (см. приложение I) Луна движется на фоне звезд в основном в горизонтальном направлении. Более того, из-за атмосферной рефракции (зависящей от погоды) и недостаточности знаний о лунном параллаксе вертикальное измерение дает неточные результаты. По мнению Флемстида, метод измерения лунных расстояний (см. приложение I) был более совершенен, так как в этом случае наблюдения ведутся главным образом в горизонтальной, а не в вертикальной плоскости.

Но при любом методе, писал Флемстид, главным препятствием является недостаток знаний, по причине чего имеющиеся данные не позволяют добиться необходимой точности. Для применения любого лунного метода необходимо, во-первых, знать расположение так называемых опорных звезд по отношению к траектории видимого годичного движения Солнца (эклиптике) и, во-вторых, иметь возможность предсказать, хотя бы на несколько лет вперед, где будет находиться Луна относительно звезд в тот момент, когда навигатор обратит на нее свой взор. Собственные наблюдения Флемстида показали, что наиболее пригоден для этих целей звездный каталог Тихо Браге, в котором положения некоторых звезд определены с ошибками в 10 угловых минут, тогда как в используемых таблицах эти ошибки достигают 20 угловых минут. Подобные ошибки в определении положения звезд могут привести к тому, что долготу удастся измерить лишь с ошибкой в несколько сотен миль. Для получения необходимых данных, говорил Флемстид, требуются долгие годы наблюдений с использованием больших телескопов. Таким образом, программа, начертанная Флемстидом, была в состоянии обеспечить работой астрономов мира более чем на 150 лет вперед.

В среду 3 марта комиссия в составе епископа Уорда, Морланда, Титуса, Пелла и Гука снова собралась в доме Титуса, чтобы обсудить предложения Генри Бонда по определению долготы и подготовить соответствующий отчет королю. Было решено, что епископ, Морланд, Титус и Пелл вручат отчет королю в уединенной галерее Уайтхолла в 8 ч утра на следующий день. Гук был взбешен тем, что его обошли. «Собака Титус, - писал он в своем дневнике 3 марта, - это мне следовало представить отчет королю на следующее утро». К сожалению, мы не знаем всех сторон этой истории. Во всяком случае, в королевскую опочивальню с отчетом о разборе предложений Бонда вошли только епископ и Титус; вполне вероятно, что тогда же они представили и отчет Флемстида относительно предложений Сен-Пьера.

Не дожидаясь результатов проверки метода Сен-Пьера, король подписал указ о том, что со следующего дня, четверга 4 марта 1675 г., Джон Флемстид назначается его «астрономическим наблюдателем». Флемстиду предписывалось «немедленно с наивысшей аккуратностью и старанием заняться исправлением таблиц движений небесных тел и положений опорных звезд, которые дадут возможность определять столь желаемую долготу местонахождения для совершенствования искусства навигации» [12]. Другими словами, необходимо было заняться получением данных, по которым можно было бы предсказывать лунные расстояния. Приказ был адресован господам из артиллерийского управления, одним из которых был Джонс Мур, генерал-топограф управления. Управление обязалось

выплачивать Флемстиду далеко не княжеское жалованье - 100 ф. ст. в год, начиная с прошедшего дня св. Михаила. Эту новость Флемстиду сообщил сам Мур. Флемстид был огорчен скудностью назначенного ему жалованья. В 1710 г. он с горечью пишет о себе в третьем лице: «Сначала ему было назначено высокое жалованье, но по принятию им должности жалованье было уменьшено» [13].

Теперь надо было обдумать, какое место выбрать [для обсерватории]. Некоторые предлагали Гайд-парк, другие - колледж в Челси. Я пошел посмотреть развалины последнего и решил, что лучше воспользоваться им, так как он находится вблизи королевского двора. Сэр Джонс склоняется к Гайд-парку, но Кристофер Рен советует Гринвичский холм... [14].

Так писал Флемстид в 1707 г. Все три места были собственностью короля, а это имело важное значение с точки зрения вложения королевских финансов. Планы строительства обсерватории в Челси уже были составлены. О месте, выбранном в Гайд-парке, мы ничего не знаем. Но Рен, королевский генерал-топограф, отказавшийся два года назад от кафедры астрономии в Оксфорде, предпочитал Гринвичский замок, расположенный на высоком холме с прекрасным видом на Темзу, в центре королевского парка, находящийся вдали от дымного Лондона, но достаточно близко к дороге и реке.

Выбор нужно было сделать как можно быстрее. В субботу, через два дня после подписания приказа королем, Гук пишет в своем дневнике: «О сэре Д. Муре... Он добыл жалованье для Флемстида в размере 100 фунтов в год и обсерваторию в Гринвичском парке». К воскресенью эту новость услышал Сен-Пьер и, даже не захватив с собой переводчика, поспешил к Пеллу. Говоря на латинском языке, он задал два вопроса относительно наблюдений Флемстида. Эти вопросы позже заставили Флемстида заявить, что Сен-Пьер, возможно, не знал, что он сам [Флемстид] говорил о нем, когда потребовал дальнейших наблюдений, поскольку предшествующие были *factae et absurdae* - фиктивными и абсурдными [15].

Пелл ничего не предпринял. Однако Сен-Пьера возможно, и герцогиня - продолжал докучать королю, жалуясь на то, что требование Флемстидом новых наблюдений надумано. И в этом была доля правды [16]. После того как Флемстид утвердился в своем положении и стал подписываться *As. Re.* (королевский астроном), он немедленно написал два едких письма: одно на латинском языке - Сен-Пьеру и другое на английском - Пеллу и королю. В запальчивости он писал, что француз не знает, о чем говорит, и, во всяком случае, даже то хорошее, что есть в его методе, вполне вероятно, взято им у Лонгомонтана и Морина - двух давно умерших астрономов, которые предлагали решение этой проблемы много лет тому назад. «Не имея доказательств, он утверждал, что наблюдения были не нужны; я показал ему, что это неверно, но даже если бы это было так, то они могут служить своей цели и что тем самым он только обнаружил свое невежество, и мы знаем более совершенные методы. В ответ на это он еще какое-то время раздражался угрозами, а затем скрылся, и с тех пор о нем больше ничего не слышно» [17].

Бедный Сен-Пьер! Хотя его надежды на получение награды так и не сбылись, а его личность до сих пор не выяснена, тем не менее он послужил своего рода катализатором, ускорив основание Королевской обсерватории в Гринвиче, и потому оставил свой след в истории.

Строительство гринвичской обсерватории

Несмотря на то что выбор места в Гринвиче был сделан достаточно быстро, согласование вопросов, связанных со строительством обсерватории, длилось довольно долго. Томясь в ожидании, Флемстид вместе с Муром работал в лондонском Тауэре, приспособив северо-восточную башню Уайт по временную обсерваторию. i

Современным туристам хранители Тауэра преподносят забавную и, очевидно, выдуманную историю о том, как Флемстида очень огорчал ущерб, который наносили его аппаратуре многочисленные вороны, обитавшие тогда в Тауэре: по-видимому, они садились

на его телескопы и пачкали их. Король издал было уже приказ, предписывающий удалить птиц из замка, но ему напомнили легенд, гласившую, что, как только вороны покинут Тауэр, он падет, а вместе с ним, вероятно, и королевский трон. Напуганный происходящими в стране бунтами, Карл распорядился заменить подготовленный приказ новым, который предписывал всегда держать в Тауэре некоторое число воронов. До сих пор один из хранителей Тауэра назначается «надзирателем за воронами».

Наконец, 22 июня 1675 г., спустя три месяца после начала обсуждений, король направил Томасу Чичли, главе артиллерийского управления, приказ о начале строительства обсерватории. На том месте, где предполагалось построить обсерваторию, ранее находился замок, сооруженный герцогом Глостером (братом Генриха V), вокруг которого в 1437 г. был разбит парк. В 1526 г. замок был перестроен, и Генрих VIII использовал его как охотничий домик. Во времена Елизаветы замок иногда называли Майрфлёр (Болотный цветок лилия (франц.). - Прим. перев), а позднее он стал известен под названием Гринвичский замок [18]. В период гражданской войны по распоряжению парламента в замке размещались войска. Точная дата, когда был разрушен замок, неизвестна. В указе короля от 1675 г. о постройке обсерватории о замке упоминалось как уже не существующем, однако на наброске карты Темзы, сделанном Муром в 1662 г., замок можно увидеть.

В своем указе, направленном Чичли, король повелевает дать распоряжение казначею артиллерийского управления Джорджу Уортону: «... оплатить материалы и труд рабочих, которые должны быть использованы, и получить деньги за старый и испорченный порох, который должен быть продан в соответствии с Нашим указом от первого января; единственное условие: вся сумма, которая может быть израсходована и выплачена, не должна превышать 500 ф. ст. ...» [19]. В тот же день 22 июня, когда был подписан приказ, Рен попросил Роберта Гука взять на себя руководство строительством обсерватории. «Он обещал деньги», - заявил Гук с надеждой. 30 июня Гук вместе с Флемстидом и Эдмундом Галлеем, который впоследствии стал вторым королевским астрономом, посетил немеченное для строительства место. 28 июля Гук с Муром и сопровождающими их лицами вновь приехали в Гринвич, по-видимому, чтобы на месте более наглядно оценить проект Репа. В июле в Гринвич из Тауэра переехал Флемстид, чтобы присматривать за строительством. Он остановился во дворце королевы, расположенном у подножия «холма обсерватории», как его сегодня называют. 27 июля Флемстид получил аванс на строительство в размере ЮОф.ст., а 10 августа сам заложил первый камень в фундамент будущей обсерватории.

Экономии буквально на всем. Чтобы сберечь деньги, новое здание возводили на фундаменте старого замка, в результате чего направление стен на 13,5° отклонилось от точного направления на север, которое Флемстид планировал с самого начала. Свинец, дерево и железо взяли из разрушенной Колдхарборской сторожки в Тауэре, кирпич доставили из форта Тилбури, два медных шара и два больших пушечных ядра (их предполагалось установить на башнях и столбах ворот) из артиллерийских складов; рангоутное дерево для большого телескопа прибыло из Военно-морского управления [20]. Строительные и другие материалы были оплачены деньгами, вырученными от продажи 690 бочек старого негодного пороха, хранившегося в Портсмуте и Тауэре. Причем Поликарпус Уортон, скупивший порох по цене 40 шиллингов за бочку, восстановил его пригодность и позднее перепродал этот порох артиллерийско-техническому управлению уже по цене 4 фунта за бочку [21], нажив при этом 520 фунтов 9 шиллингов 1 пенс и истратив только 20 фунтов 9 шиллингов 1 пенс.

К рождеству здание обсерватории было подведено под крышу. 29 мая 1676 г., в день рождения короля, Флемстид перенес часть своей аппаратуры из дворца королевы в Главный зал новой обсерватории, готовясь наблюдать 31 мая частное солнечное затмение, которое пожелал наблюдать и король из новой Королевской обсерватории. Однако король не появился, а вместо себя прислал лорда Брункера, президента Королевского общества, одного из членов комиссии, занимавшейся разбором предложений Сен-Пьера.

10 июля Флемстид с помощником окончательно перебрались в обсерваторию. 15

сентября в Гринвич прибыли Мур, сэр и леди Хоскинс и Роберт Гук; там они застали Флемстида и Галлея (в то время еще друживших), заканчивающих испытание новых инструментов. На следующий день, 16 сентября 1676 г., были проведены первые наблюдения с большим секстантом - Гринвичская обсерватория начала свою работу.

Главные часы

Теперь мы, наконец, подошли к собственно гринвичскому времени. Как мы уже говорили, для решения проблемы определения долготы методом лунных расстояний были необходимы точный каталог положений звезд и точные таблицы движения Луны. С целью их получения и была основана Гринвичская обсерватория. Кроме того, требовался точный инструмент, с помощью которого можно было бы измерять угловое расстояние между Луной и звездами или Солнцем, а также высоты этих небесных тел над горизонтом (вкратце мы расскажем об этом в следующей главе).

Но для решения этой задачи требовался еще один прибор. Любой астрономический метод определения разности долгот должен основываться на предположении о том, что Земля вращается вокруг своей оси практически с постоянной скоростью. Это естественно предполагалось Коперником при построении его системы мира, но так и не было доказано.

К счастью, вскоре после основания обсерватории был найден инструмент для доказательства этого предположения; таким инструментом явились маятниковые часы, изобретенные Гюйгенсом в 1657 г. В качестве первой задачи для новой обсерватории Мур и Флемстид предложили провести эксперимент, который позволил бы доказать постоянство скорости вращения Земли; при этом предполагалось использовать возможно более точные часы.

В связи с этим Мур заказал Томасу Томпиону (1638-1713), лучшему часовщику Лондона, двое часов для новой обсерватории. Эти так называемые Главные часы обладали некоторыми особенностями, делающими их самыми точными часами в мире:

1) они имели маятники длиной 13 фут (3,9 м), подвешенные выше часового механизма, которые колебались с периодом 2 с. Это устройство выгодно отличалось от обычного недавно сконструированного «королевского» маятника с периодом колебания 1 с, который имел длину 39 дюйм (около 110 см) и подвешивался ниже часового механизма;

2) часы имели покоящийся спусковой механизм (см. приложение III), принцип действия которого в какой-то степени основывался на идеях Ричарда Таунли, друга Мура и Флемстида;

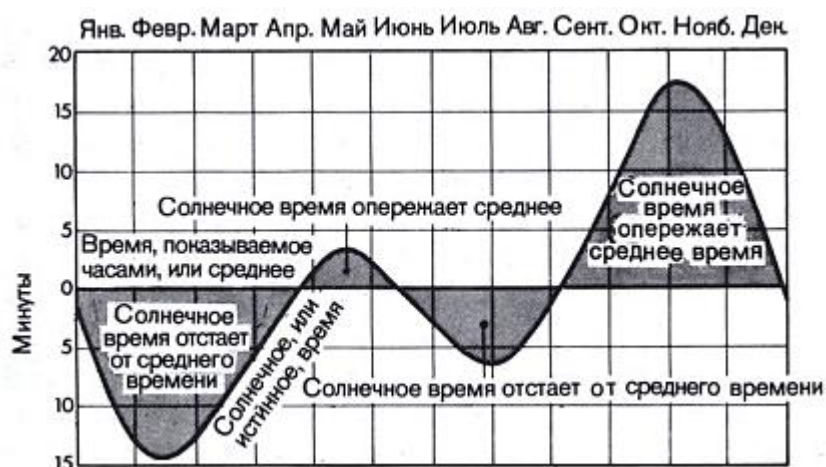
3) очень тяжелые гири часов подвешивались таким образом, что часы требовалось заводить всего один раз в год [22].

Часы были столь необычны, что, возможно, даже как-то повлияли на проектирование Реном Главного зала обсерватории - основной достопримечательности здания, которое сегодня зовется «Флемстидхауз» (дом Флемстида). Новые часы с их длинными маятниками и точными механизмами были размещены за стенными обшивками зала. На гравюре (см. рис. 11) видны циферблаты часов (грузы на концах маятников просматриваются через верхние маленькие окошечки), расположенные слева от двери. Высокие окна, предназначенные для дневных наблюдений при помощи телескопов с длинными трубами, придавали величественность этому залу.

Когда шесть лет спустя епископ Фелл решил переоборудовать новую башню Тома оксфордской церкви под обсерваторию, Рен пытался отговорить его, ссылаясь на то, что астрономические наблюдения лучше вести на уровне земли. «Мы действительно построили обсерваторию в Гринвиче для тех же целей, для коих вы хотите приспособить и вашу башню; наша обсерватория создана для наблюдений и немного для славы; мы имеем инструменты, которые я уже описывал [стенной квадрант на меридианной стене, длинный телескоп, подвешенный на мачте, секстант для определения угловых расстояний], в комнате находятся часы и связанные с ними инструменты» [23].

В письме к Ричарду Таунли 22 января 1676 г. Флемстид пишет: «Наш Главный зал высотой в 20 фут в состоянии вместить длинный маятник, подвешенный выше часов» [24]. 5 июня того же года он сообщает Таунли: «Завтра мы получим пару часов с маятниками в 13 фут длиной и паллетами, изготовленными частично по вашему образцу, с которыми, я надеюсь, мы сможем провести нужные эксперименты более точно, чем с часами, имеющими маятник с секундным периодом, которые, как я обнаружил, сильно спешат - иногда почти на четверть минуты в день, так как их колеса покрыты пылью» [25]. Циферблаты главных часов (сохранившихся до наших дней) имели следующую надпись: «Motus Annus (годовой механизм). По указанию сэра Джонса Мура механизм с величайшей тщательностью изготовлен Томасом Томпионом в 1676 г.» Прошло свыше двух месяцев, прежде чем часы удалось наладить. 24 сентября 1676 г. Флемстид сообщил: «3 ч пополудни. Оба механизма установлены вместе». На следующий день он писал: «Сент. 25.8.55.00 при помощи подвесной пружины маят[ника] установил мои [собственные часы Флемстида] в соответствии с ними» [26]. Один маятник был подвешен на пружине, другой - на опоре типа ножевого лезвия, очевидно, с экспериментальной целью. Это было началом применения среднего гринвичского времени.

Как и следовало ожидать, при использовании часов, сконструированных столь необычным образом, возникало множество сложностей. Механизмы часов были заключены в ниши, расположенные под стенными обшивками, поэтому они очень быстро пылились (а Томпион не захотел оставить ключ Флемстиду). Абсолютно отсутствовала какая-либо температурная компенсация изменения длины маятника. Пыль и мелкие металлические опилки, сквозняки, пронизывающие дом, сырость, холода, прикосновение рук, потребность в смазке - все это, как объяснял Флемстид, служило причинами плохого хода или остановки часов. Томпион же считал иначе и всячески ругал спусковой механизм, изготовленный Таунли.



10. Уравнение времени

Тем не менее Флемстид мог продолжать свои опыты, пытаясь понять, происходит ли вращение Земли «изохронно» или нет, то есть вращается она с постоянной скоростью или нет. Однако при этом возникала еще одна трудность, связанная с тем, что само Солнце не является идеальным хранителем времени. Поскольку ось Земли наклонена к плоскости ее орбиты, а движение нашей планеты происходит не точно по круговой орбите (это означает, что в период зимы в северном полушарии Солнце находится ближе к Земле, чем летом), продолжительность солнечных суток изменяется на протяжении года. Уклонение от среднего, т.е. разница между моментом времени, показываемым часами, и солнечным временем для любого дня, сегодня называют уравнением времени, а во времена Флемстида оно носило название уравнения естественных дней. Это уравнение было известно еще

древним грекам, но только в XVII в. оно было точно оценено количественно [27]. Флемстид опубликовал новую более точную таблицу уравнивания времени. Время, определяемое положением звезд, - звездное время - не отличалось подобными неравномерностями. Поэтому Флемстид стал измерять интервалы звездного времени; с помощью установленного на балконе телескопа он мог в течение всего года, днем и ночью, наблюдать прохождение яркого Сириуса. Промежуток времени между двумя последовательными прохождениями звезды дал Флемстиду продолжительность одних звездных суток. Путем простейших арифметических вычислений он мог вывести среднее солнечное время и тем самым проверить свои часы, которые шли по этому времени.

Вскоре Флемстид уверовал в правильность своих предположений, и 7 марта 1678 г. он писал Муру: «Мою теорию уравнивания дней я рассматривал как фантазию, прежде всего потому, что один из принципов, на которых она основывалась, а именно изохронность земного вращения, только предполагался, но не был продемонстрирован; но часы доказали, что это предположение очень правдоподобно» [28]. Так был установлен один из фактов, необходимых для решения проблемы определения долготы в море. Посредством измерения времени было доказано, что Земля вращается вокруг своей оси с постоянной скоростью. В последней главе мы узнаем, что это не совсем так; но для практических целей навигации результаты, полученные Флемстидом, были вполне пригодны и успешно использовались в течение последующих 250 лет.

Главные часы, преподнесенные лично Флемстиду Муром и унаследованные после смерти мужа в 1720 г. мисс Флемстид, сохранились до сих пор. Одни из них находятся сейчас в Британском музее, другие - в Холкамхолле в Норфолке и принадлежат графу Лейчестеру. Подробная история этих и других часов Флемстида рассказана в работе [29]. Часы, находящиеся сегодня в Восьмиугольной комнате (Главный зал «Флемстид-хауза»), представляют собой копии Главных часов.

Публикация результатов

Хотелось бы рассказать и о другой стороне деятельности Флемстида, хотя и не связанной непосредственно с вопросами времени, но представляющей большой интерес для истории определения долготы.

После закладки обсерватории Карл II, по-видимому, утратил интерес к «наблюдательным» делам. Они полностью находились в ведении Джонса Мура вплоть до самой его смерти, последовавшей в 1679 г. Артшшерийское управление обязалось содержать в порядке зданий обсерватории и выплачивать 100 ф. ст. жалованья Флемстиду и 26 ф. ст. его ассистенту. Флемстид на собственные средства приобретал инструменты и сам оплачивал любую необходимую ему квалифицированную помощь. Еле сводя концы с концами, он даже вынужден был давать частные уроки.



11. Главный зал Гринвичской обсерватории (примерно 1676 г.). С гравюры Фрэнсиса Плейса и Роберта Таккера. (Национальный морской музей.)

Флемстид первым из астрономов начал систематически применять телескопы для измерений. Его основной инструмент-секстант экваториальной установки семифутового радиуса с рамой, изготовленной кузнецами Тауэра, - как и двое главных часов, был оплачен Муром. В период 1676-1690 гг. с этим секстантом было проведено 20000 наблюдений. В 1684 г. Флемстиду было пожаловано поместье Барстоу в Суррее. Теперь он получил возможность приступить к работе с новым важным инструментом - 140-градусной настенной дугой того же радиуса, что и секстант. На изготовление и установку этого инструмента, смонтированного на кирпичной стене, идущей вдоль меридиана, было затрачено 120ф.ст. и четырнадцать месяцев труда. С его помощью можно было непосредственно измерять координаты небесных тел в момент пересечения ими меридиана. До конца своей жизни (он умер в 1719 г.) Флемстид успел произвести с настенной дугой более 28000 наблюдений.

Поскольку правительство очень скупо субсидировало исследования Флемстида, он в конце концов стал рассматривать полученные им результаты как свою собственность и публиковал их как хотел и когда хотел. Это послужило основной причиной конфликтов Флемстида с Ньютоном и Галлеем, что доставило Флемстиду немало огорчений в последние 25 лет его жизни. В 1704 г. принц-консорт королевы Анны Георг Датский согласился оплатить издержки, связанные с публикацией результатов наблюдений Флемстида, но только при условии, что они будут рассмотрены комиссией экспертов, в числе которых был и Исаак Ньютон, ставший президентом Королевского общества. Печатание продвигалось очень медленно и со смертью принца в 1708 г. полностью прекратилось. С этого времени отношения между Флемстидом и членами комиссии прервались.

№ 34 D Sept 22 1684

	Aquila lunda	--	α 43.26.20	72.40
			β 45.31.15	76.42.
	An Capri	α Sagitta	32.51.15	54.73
J.S.	Kulmod	--	θ 53.13.50	88.73
J.F.	In Firmi Capricorni	quorū	64.45.10	107.90
		precedit / contiguous		
	Contiguarum	precedens	64.55.49	108.21
		sequens	64.58.15	108.23
	quas	equatur	65.12.0	108.66
	infra	has	67.14.30	102.07.
	27 04 maind			
	6.24.30	01.15.15	75.23.30	75.41.38
	9.23		75.48.40	74.50.45
				8.1.49
				8.3.38

12. Результаты наблюдений Джона Флемстида (1684 г.), записанные в журнал для наблюдений его помощником Абрахамом Шарпом. (Королевское астрономическое общество.)

После смерти Мура в 1679 г. Флемстид попытался наладить непосредственные контакты с английским монархом, но никто - ни Карл II, ни Яков II, ни Уильям, ни Мария, ни Анна, - по-видимому, не проявил никакого интереса к своему королевскому астроному. Практически Флемстид был полностью предоставлен самому себе.

Однако 12 декабря 1710 г. королева Анна решила назначить инспекторский совет для управления делами обсерватории; этот совет состоял из президента, которым был не кто иной, как *bete noire* (Недруг (франц.) - Прим. перев) Флемстида - Ньютон, и других членов Королевского общества. Флемстид был очень рассержен и старался всячески препятствовать любым посещениям обсерватории.



STELLARUM
 INERRANTIUM
CATALOGUS BRITANNICUS,
 Ad Annum Christi Complectum, 1689.
 Ab Observationibus GRENOVICI in OBSERVATORIO Regio habitis.
 Affiduis Vigilijs, Cura, & Studio
JOHANNIS FLAMSTEEDII, Astronom. Reg.
 Deductus & Supputatus.

In Constellatione ARIETIS.

ORDO	STELLARUM Denominatio.	Ascensio Recta.	Declinatio a Polo B.	Longitudo.		Latitudo.		Parallaxis Aff. R. D. & P.		Magnitudo
				h m s	° ' "	° ' "	° ' "	"	"	
		20 46 00	17 24	126 58	21 4	18 25	55	222	257	6
		24 45 15	15 35	26 48	15 9	26 18	57	522	197	6
		22 28 10	10 55	26 26	28 5	57 2	57	212	12	6
1	Quæ in Cornu dextrum præcedens Sequens & Betæ est.	22 51 15	24 55	26 49	4 5	22 50	57	282	27	6
2		24 8 30	14 45	28 58	1 7	58 20	58	221	55	4
3		24 23 30	43 55	29 27	10 8	28 15	58	211	57	3
5	In Cervicæ Infusuræ	24 59 45	37 45	30 54	20 10	57 12	55	572	42	6
6		1 25 7	48 15	39 10	57 5	26 12	57	542	44	5
7		1 55 11	47 15	38 22	10 47	47 1	52	271	44	5
12	Totius Cervicæ	20 22 30	35 35	2 20	10 12	31 52	55	452	25	7
13	Inferior Caput, Cervicæ Partis	27 19 30	48 15	4 2	12 12	4 37	59	421	21	6
14		27 19 30	48 15	3 55	8 9	23 29	50	172	21	6
15		27 26 30	4 45	3 19	15 9	57 12	59	202	20	6
16		27 57 30	32 45	4 40	45 13	5 32	50	512	18	6
17		28 22 30	28 40	1 23	10 5 56	48 1	58	202	20	6
18	In Radio dextrum Betæ	28 24 45	32 45	5 4	15 11	57 0	60	422	20	6
19		28 52 30	16 15	2 26	10 7 22	45 1	59	222	21	6
20		28 58 45	22 15	2 21	24 5 45	23	58	422	20	6

13. Звездный каталог Флемстида из III тома 'Британской истории неба', опубликованного посмертно в 1725 г. (Национальный морской музей.)

В 1711 г. королева Анна приказала продолжить публикацию материалов, и в следующем году была напечатана в одном томе «Британская история неба» (Historiæ Coelestis Britannicæ) под редакцией Эдмунда Галлея, ставшего к этому времени заклятым недругом Флемстида. Когда Флемстид увидел выпущенную книгу, он был взбешен. Весь текст, кроме 97 страниц, был напечатан без его просмотра. Материалы фактически представляли собой только выдержки из его результатов. Особенно негодовал Флемстид по поводу каталога звездных положений, полного ошибок, и оскорбительного лично для него предисловия Галлея.

В субботу 1 августа 1713 г. Флемстиду пришлось выдержать первый (и единственный) «визит» представителей королевы, среди которых были Ньютон и Галлей. Предложив гостям бокалы вина, Флемстид, сославшись на недомогание (ему было 67), предложил им самим осмотреть территорию обсерватории и лишь попросил не заходить в его библиотеку [30].

Незадолго до своей смерти, 1 августа 1714 г., королева Анна подписала закон о долготе. В этом документе Флемстид ex officio (официально) назначался членом Совета по долготе - как стала теперь называться комиссия по долготе. Однако, хотя ему и предложили для рассмотрения пару каких-то пустых проектов, ни одной официальной встречи этого совета при жизни Флемстида так и не состоялось.

Кончина королевы облегчила положение Флемстида, по крайней мере в его сложных взаимоотношениях с Ньютоном. С заменой правительства тори на правительство вигов Флемстид сразу же приобрел друзей при дворе. 28 марта 1816 г. по приказу короля Георга I

300 из 400 напечатанных под редакцией Галлея экземпляров «Британской истории неба» были переданы Флемстиду. Он аккуратно вырвал 97 страниц, опубликованных с его одобрения, а остальные сжег в апреле, 1716 г., «принеся их в жертву во имя истины» [31]. Но несколько экземпляров книги Флемстид все же оставил для тех своих друзей, котоные, «будучи поклонниками истины, могли сохранить их у себя как доказательство неприглядных поступков бесчестных людей и как свидетельство чистосердечной искренности друга, который передает их в ваши руки. Не могу сказать, что это подарок от тех, которые столь неприятны сами по себе и заслуживают осуждения каждого честного человека» [32].

Это, конечно, очень жесткие слова, но действительно ли они оправданы? Нам трудно решить, кто был прав в этих затянувшихся спорах. Хотя негативное отношение Флемстида к официальной науке в Англии можно отчасти оправдать, тем не менее как государственный служащий он был обязан (во всяком случае, согласно нашим современным представлениям) сотрудничать со своими коллегами. Многие из несправедливостей в значительной степени были порождением лишь его воображения, а его вспыльчивость (отчасти объясняемая его хроническими заболеваниями) чрезвычайно затрудняла любые отношения с ним. После выхода в 1712 г. галлеевского «пиратского» издания Флемстид решил напечатать результаты своих наблюдений на собственные средства. До его смерти (31 декабря 1719 г.) был полностью опубликован первый том - результаты наблюдений 1669-1688 гг. (в него вошли и те 97 страниц, которые Флемстид не предал огню в 1716 г.) и большая часть второго тома - результаты наблюдений 1689-1719 гг. Полностью второй том, а также третий том, содержащий предисловие на латинском языке [33], и составленный Флемстидом так называемый «Британский каталог положений звезд» (так было выполнено указание короля Карла от 1675 г.: «для исправления... положений опорных звезд») были подготовлены его бывшими ассистентами Абрахамом Шарпом и Джозефом Кростуайтом, труд которых, кстати, так и не был оплачен.

Три тома «Британской истории неба» Флемстида окончательно были опубликованы в 1725 г., затем в 1729 г. вышел его звездный атлас (Atlas Coelestis) - графическое представление каталога положений звезд. Можно с уверенностью сказать, что это-достоинные памятники пятидесятилетней деятельности великого астронома.

3. Гринвичское время для навигаторов: 1700-1840 гг.

Закон о долготе

29 сентября 1707 г. 21 корабль под началом адмирала Клодисли Шовела направился из Гибралтара в Англию. Британия в это время была в состоянии войны с Францией, и хотя Гибралтар с 1702 г. находился в руках англичан, считалось неразумным оставлять крупные корабли на зиму в Средиземном море. Погода была неважной. С 5 по 10 октября свирепствовали западные штормы, 12-го и 13-го лил дождь, в последующие два дня ветер ослаб. Но 16-го и 17-го опять налетел шторм, теперь уже с северо-запада. К 21 октября небо очистилось, и на некоторых судах удалось определить широту местонахождения, а посредством зондирования измерили глубину, которая оказалась равной 180-300 м. Все говорило о том, что корабли находятся на краю континентального шельфа. 22 октября 3 судна направились к Фалмуту; так как весь день не было видно Солнца, на оставшихся 18 кораблях произвели замер глубины. Убежденные в том, что суда находятся в устье Ла-Манша, мореплаватели, позабыв об опасности, при попутном ветре направились на восток.

В этот же день примерно в 19 ч 30 мин корабли «Эссошиэйшн», «Игл» и «Ромни» налетели на Гилстонские рифы у острова Сицилия. Из 1200 человек, находившихся на судах, спасся только один человек-квартирмейстер с «Ромни». Тело Клодисли Шовела было найдено на следующий день; сегодня его прах покоится в одной из самых больших и

безобразных гробниц Вестминстерского аббатства. «Сент-Джордж» и «Файербрэнд» также налетели на скалы, но смогли сняться. Однако позднее из-за полученных больших пробоин эти корабли затонули, из их экипажей в живых осталось только 23 человека [1].



14. Кораблекрушение эскадры Клодисли Шовела в 1707 г. Гравюра неизвестного художника. (Национальный морской музей.)

Эта трагедия - потеря четырех кораблей и гибель почти двух тысяч людей - глубоко потрясла Англию. Перед этим почти одно за другим случились два несчастья: в 1691 г. несколько военных судов, вышедших из Плимута, потерпели крушение, приняв мыс Додман за мыс Берри Хед; в 1694 г. эскадра адмирала Уилера, считая, что она вышла из Средиземного моря и Гибралтарский пролив остался позади, села на мель в этом проливе. Да и позднее, в 1711 г., вблизи устья реки Св. Лаврентия было потеряно несколько судов из-за ошибки в 15 лиг (морская лига равна 5,56 км - Прим. перев) в суточных расчетах своего местоположения, а в 1722 г. корабль, отплывший из Плимута, в тот же день наткнулся на мыс Лизард [2].

Исследование трагедии, постигшей корабли Клодисли Шовела, проведенное уже в наши дни, показало, что причинами несчастья были не только неизведанные течения, туман, плохие компасы - в гораздо большей степени ему способствовали слабое знание географических положений злополучных рифов, плохие карты, некачественные лоции и вообще низкий уровень точности штурманского дела в те времена [3]. И хотя это несчастье на самом деле не было связано с отсутствием метода определения долготы в море, тем не менее оно произвело столь сильное впечатление на англичан, что отныне они стали с большим вниманием относиться к любым предложениям, способствующим безопасности навигации - а в 1710-х гг. именно «нахождение долготы» считалось ключом к решению этой проблемы. Основание королем Карлом II Гринвичской обсерватории, очевидно, не решало ее полностью (скорее всего, не олее чем один из двадцати англичан знал что-нибудь об этом). Правительство должно было предложить племяннице Карла, королеве Анне, нечто более существенное.



15. Уильям Уинстон. Картина неизвестного художника (из собрания Джона Конанта, Барт)

14 июля 1713 г. газета «Гардиан» напечатала письмо, которое издатель Джозеф Эддисон предварил такими словами: «...Оно [письмо] написано по такому важному вопросу как определение долготы, и заслуживает более значительного названия, чем «проект», если только мы в состоянии подобрать подходящий термин. Но все, что я могу сообщить по этому поводу, будет лишним, когда читатель увидит имена людей, подписавших это письмо и оказавших мне честь, прислав его в нашу газету...» [4]. Затем следовал текст письма, авторами которого были Уильям Уистон (1667-1752) и Хемфри Диттон (1675-1714). Диттон преподавал математику в благотворительной школе, Уистон же, прослужив несколько лет сельским священником, в 1703 г. сменил Исаака Ньютона на посту профессора математики в Кембридже. Однако в 1710 г. за свои теологические воззрения он был изгнан из университета. После этого Уистон обрел известность, выступая с лекциями на научные и религиозные темы [5]. Само письмо начиналось так:

«Хорошо известно, сэр, и вам, и ученым, и торговцам, и морякам, плавающим по всему миру, что большой дефект искусства навигации заключается в том, что корабль в море не имеет надежного метода, позволяющего определить, плывет ли он в восточном или западном направлении, или даже определить расстояние, на которое он удалился от берегов с известной долготой, или как далеко он проплыл на восток или на запад, тогда как без труда в любой ясный день или ночь можно узнать, как далеко он передвинулся к северу или к югу» [6].

Изучив все возможные методы определения долготы, Уистон и Диттон пришли к выводу, что они создали свой, единственно верный метод, позволяющий определить не только долготу, но и широту; этот метод они обнародуют, если им будет обещана награда, причем это обещание должно быть подтверждено Исааком Ньютоном и другими известными учеными.

Этот метод в конце концов был приведен в книге, опубликованной в 1714 г. [7]. По предположению авторов, в известных пунктах, расположенных на торговых путях, следовало поставить на якорь суда, оснащенные мортирами; каждую полночь по местному времени о. Тенерифе (через который, по мнению Уистона и Диттона, проходил нулевой меридиан) каждое судно должно было производить выстрел вертикально вверх трассирующим снарядом (или ракетой), видимым издали, причем так, чтобы снаряд взрывался точно на высоте 6440 фут (около 2000 м). Чтобы установить свое местоположение, корабли должны в

полночь следить за этими сигналами, а затем по компасу определять направление на сигнальное судно. Расстояние корабля от сигнального судна можно было определить, измерив время между моментом вспышки взорвавшегося снаряда и звуком орудийного выстрела или измерив высоту наивысшей точки траектории снаряда. Это предположение было более чем фантастично, так как сигнальные суда должны были стоять в глубоких водах без движения, что, по мысли авторов, достигалось с помощью специального морского якоря, опускаемого через верхние слои воды к неподвижным (как они утверждали!) нижним слоям.

Несмотря на то что подобный проект сейчас кажется нам совершенно абсурдным, некоторые современники Уистона и Диттона воспринимали его вполне серьезно. Однако этого никак нельзя сказать о «Скрайблерклабе» - клубе остряков, созданным, как утверждалось, с целью высмеивания всевозможных псевдонаучных учений. Эти остроловы - доктор Эрбатнот, Александр Поп, Джон Гей, Джонатан Свифт, Томас Парнелл и лорд-казначей королевы Анны граф Оксфордский-были потрясены «долгожданной» книгой Уистона и Диттона. 17 июля 1714 г., через несколько дней после выхода книги, Эрбатнот писал Свифту: «Уистон наконец-то опубликовал свой проект по долготе; это самая смешная вещь из всех, которые только можно себе вообразить. But a rox on him! (Ну так сыпь на него! (англ.). - Прим. перев) Он украл одну из моих статей из «Скрайблера», в которой выдвигались предложения по долготе, почти сходные с его проектом, ... о том, что все принцы Европы должны объединиться для того, чтобы на высоких горах установить два громадных шеста с большим маяком, который должен служить вместо Полярной звезды» [8]. А через некоторое время появились издевательские стихи [9], которые начинались так:

Ода «О долготе»
(для музыкального переложения)
Хитрец Уистон долготу
Сокрыл от нас в тумане.
Милейший Диттон вместе с ним
Повинен в том обмане.
Так воздадим, друзья, сполна
Заслугам сих мужей науки,
Для нас исчезла долгота,
Но глупость просится нам в руки.

Библиографы долгое время пытались установить авторство этих стихов. Опубликованные в 1727 г. в последнем томе «Альманаха» Попа и Свифта, эти стихи сначала приписывались Попу, затем Свифту. В 1820 г. Джозеф Спенс высказал предположение, что они принадлежат Гею. Однако ответ на этот вопрос, возможно, дает следующий отрывок из письма от 23 декабря 1714 г., отправленного из Дублина Ричардом Коксом, бывшим лорд-канцлером Ирландии, в Лондон Эдварду Сотуэллу, секретарю премьер-министра в Уайтхолле: «Архидьякон Парнелл придумал грязные стишки, и они оценены, потому что высмеивают самоуверенного Уистона» [10]. Затем под заголовком «Круглый ноль долготы. Сочинение Уистона и Диттона» следовал текст, отличающийся лишь в деталях от того, что приведен выше.

Тем не менее Уистон и Диттон подали в конце апреля 1714 г. прошение в парламент, предлагая свое решение проблемы и претендуя на награду за «открытие долготы». Парламент для оценки этого предложения созвал комиссию экспертов, среди которых были Исаак Ньютон, президент Королевского общества, и Эдмунд Галлей, который впоследствии сменил Флемстида на посту королевского астронома. Ньютон в отчете, переданном парламенту 11 июня, так охарактеризовал сложившуюся ситуацию:

Сэр Исаак Ньютон, поддержанный комиссией, заявил, что для определения долготы на море выдвигались разнообразные проекты, простые в теории, но трудные для выполнения.

В одном предлагалось с помощью часов хранить точное время; но часов, которые могли бы перенести движение корабля, смену жары и холода, влажности и сухости, разницу в силе тяготения на разных широтах, еще не создано.

Другой проект предлагал использовать затмения спутников Юпитера. Но вследствие больших размеров телескопов, необходимых для таких наблюдений, и движения корабля эти затмения пока еще наблюдать невозможно.

В третьем говорилось о возможности определения при помощи наблюдений положений Луны, но имеющаяся на сегодня теория ее движения позволяет определить положение [Луны] с точностью до двух-трех градусов, но не в пределах одного градуса.

Четвертый - это проект мистера Диттона. Он удовлетворяет требованиям сохранения отсчета долготы в море, но не дает возможности определить ее, если в какой-то момент она будет утеряна, что легко может случиться в облачную погоду. Насколько это практично и каковы затраты, об этом лучше судить тем, кто разбирается в морских делах. Если они будут следовать этому методу, то всякий раз, когда они будут пересекать очень глубокие моря, им придется придерживаться только восточного или западного направления, не изменяя широты; если же их путь не лежит только в этом направлении, они должны будут сначала плыть в пункт с широтой, равной широте того места, до которого они собираются добраться в конце путешествия, и уже потом держаться только восточного или западного направления.

Первые три метода требуют регулируемых при помощи пружины часов, показания которых следует корректировать при каждом видимом восходе или заходе Солнца с тем, чтобы указывать время дня или ночи. В четвертом методе необходимость в часах отпадает; для первого метода нужно иметь пару часов; обо всем этом уже говорилось выше [11].

Парламент с одобрением воспринял отчет и поручил нескольким членам парламента составить билль (законопроект) по этому вопросу. Билль, предусматривающий общественную награду такому человеку или группе лиц, которые смогут определить долготу на море, был представлен палате общин 16 июня. В нем предлагалась беспрецедентных размеров награда «...первому автору или авторам, открывателю или открывателям любого такого метода... награда или сумма в 10 тыс. ф.ст., если этот метод позволит определить долготу в пределах одного градуса большой окружности, или шестидесяти географических миль (Географическая миля - это расстояние на экваторе, соответствующее одной минуте дуги, или 6,087 фут, очень близкое к морской миле (1852,2 м), длина которой, однако, изменяется в зависимости от широты, так как поверхность Земли не является точно сферической. По английскому уложению 1 миля (сухопутная) = 5280 фут (1609м)); 15 тыс. ф. ст. - если определение будет произведено с точностью двух третей от вышеуказанного расстояния, и 20 тыс. ф.ст., если определение будет произведено с точностью одной второй от вышеуказанного расстояния...» [12]. Половина суммы, как отмечалось в билле, может быть выплачена, как только члены комиссии удостоверятся, что «такой метод обеспечивает безопасность кораблей на расстоянии восьми географических миль от берегов, что считается зоной наибольшей опасности», другая половина будет выплачена, «когда корабль, выбранный для эксперимента всеми членами комиссии или большинством из них, переплывет через океан от Великобритании в любой порт Вест-Индии, указанный членами комиссии или большинством из них, без потери своей долготы в пределах точности, обозначенной выше».

По современному курсу 20 тыс. ф. ст. в начале XVIII в. эквивалентны почти полумиллиону фунтов стерлингов. Вот это действительно приз! Но билль включал еще одно условие: прежде чем награда будет выплачена, «... метод для определения долготы должен быть проверен и оценен с точки зрения его практичности и полезности на море...» Формулировка «практичность и полезность» в последующие годы неоднократно служила причиной едкой критики билля.

Билль включал два важных дополнительных условия: во-первых, члены комиссии

могли заплатить сумму до 2 тыс. ф.ст. за имеющее шанс на успех описание, «как провести эксперимент», во-вторых, если предложение не будет полностью соответствовать требованиям, предъявляемым условиями выплаты главной награды, но все-таки окажется «общественно весьма полезным», то по усмотрению членов комиссии возможна выплата меньшего вознаграждения. Награды может быть удостоен любой, чье предложение будет отвечать изложенным в билле условиям, не взирая на национальную принадлежность.

Впервые билль был зачитан 17 июня 1714 г., 3 июля он был одобрен палатой общин и 8 июля - палатой лордов. За двадцать дней до смерти, 20 июля, свою санкцию дала королева Анна.

Комиссия, занимавшаяся составлением этого закона, которая теперь стала называться Совет по долготе, состояла из верховного адмирала Великобритании, или первого члена Совета от адмиралтейства; председателя палаты общин; первого члена Совета от военно-морского флота, первого члена Совета от министерства торговли; адмиралов Белой, Красной и Голубой эскадр; главы Тринити - колледжа; президента Королевского общества; королевского астронома; профессоров математики ряда кафедр Оксфорда и Кембриджа и десяти членов парламента.

Принятие закона о долготе стимулировало появление многих технических проектов, предлагающих решение проблемы долготы, главным образом при помощи часов той или иной конструкции. Некоторые из них приводятся в книге Гулда [13]. Два чьих-то проекта были найдены в бумагах Флемстида, который также входил в Совет. Один из проектов содержал описание «механизма с десятичными часами» [14]. В другом - давалось описание «корабельных часов» [15]. Однако предложенные устройства не получили признания.

Даже знаменитый Кристофер Рен, будучи уже восьмидесятидвухлетним стариком, не остался в стороне. Много позднее, уже в XIX в., в архиве Королевского общества среди манускриптов Ньютона была найдена следующая статья:

Шифр сэра Кристофера Рена, описывающий три инструмента, пригодные для определения долготы в море; отправлено Обществу 30 ноября 1714 мистером Реном [сыном]:

OZVCA YINIXDNCVOCWEDCNMALNABECIRTEWNGRAMNHCCAW
ZEIYEINOIEBIVTXESCIOCPSEDMNANHSEFPRPIWHDRAENHXCIF
EZKAVEBIMOXRFLCSLCEEDHWMGNNIVEOMREWWERRCSHEPCIP.

Копия - Эдм. Галлею [16].

Эта статья была расшифрована Фрэнсисом Уильямсом из Чигуэлла, Эссекс, и в 1859 г. представлена собранию Британской ассоциации:

- а. Переверните строку задом наперед.
- б. Выделите каждую третью букву в строке. Они дадут имена и даты.
- в. То, что останется, таким образом, представит собой текст:

третьи буквы	остаток
CHR WREN MDCCXIV Z	WACH MAGNETIC BALANCE WOVND IN YACVO Часы с магнитным балансом, помещенные в вакуум
CHR WREN MDCCXIII	FIX HEAD HIPPEES HANDES POISE TWBE ON EYEZ Закрепите голову, поясницу, руки, установите трубу перед глазами
CHR WREN MDCCXIV Z	PIPE SCREWE MOVING WHEELS FROM BEAKE Трубка наматывается движением колес с носа судна [17]

Детально выяснить смысл этой криптограммы так и не удалось. В первой фразе,

очевидно, описывается прибор, похожий на современный морской хронометр с магнитным балансом, помещенный в вакуум. Эта мера, предложенная Реном (ошибочная, как оказалось впоследствии), применялась тогда для борьбы с воздействием температурных изменений на хранители времени. Во второй фразе Рен, вероятно, говорит о наблюдениях спутников Юпитера в море. Главная трудность этих наблюдений возникала вследствие корабельной качки, не позволяющей (и это доказано) удерживать телескоп достаточно неподвижно. В третьей фразе говорится о конструкции лага, применяемого для измерения скорости корабля [18].



16. 'Долготный безумец'. Деталь картины Хогарта из серии 'Карьера мота', 1735 г. (Британский музей.)

В те времена в избранных научных кругах довольно широко пользовались криптограммой; такой способ позволял закрепить приоритет изобретения или открытия, не раскрывая самого секрета, так как секретом могли воспользоваться не в меру усердные коллеги. Так поступали Галилей, Гюйгенс и Гук; последний опубликовал криптограмму на латинском языке, в которой (как было установлено после расшифровки) описывалось устройство балансной пружины часов: «Когда есть растяжение, тогда есть и сила» (т.е. сила натяжения пружины пропорциональна ее растяжению).

Ни один из этих первых проектов не дал никакого результата. Рассматривал ли их Совет по долготе или нет - сведений об этом не сохранилось. Первое собрание Совета, на котором велся протокол, относится только к 30 июня 1737 г. (двадцать три года спустя после основания Совета). Между тем, как и сто лет назад в Испании, фраза «определение долготы» немедленно опять стала ассоциироваться с «квадратурой круга» (Совет получил множество предложений по решению этой задачи, но все они не представляли практического интереса и в сущности никоим образом не были связаны с долготой) и восприниматься как синоним чего-то, если и не совсем неосуществимого, то уж, во всяком случае, чрезвычайно трудного для выполнения. В этом смысле она стала широко использоваться в английской прессе и литературе. Гулливер (роман Дж. Свифта появился в 1726 г.) говорил о том, что ожидает его

в случае, если он обретет бессмертие: «тогда я увижу открытие долготы, вечное движение, универсальную медицину и многие другие великие изобретения, несущие беспредельное совершенство» [19]. На одной из гравюр серии «Карьера мота», написанной в 1735 г., Уильям Хогарт изобразил сумасшедший дом, в котором среди других безумцев находятся человек, исписывающий стену расчетами долготы, религиозный маньяк, сумасшедший астроном, свихнувшийся музыкант, человек, выдающий себя за папу римского. А на стене их комнаты можно видеть набросок корабля со стреляющей вертикально вверх мортирой, напоминающий проект Уистона-Диттона, предложенный в 1714 г. [20]. Даже в 1773 г., много лет спустя после всех этих «долготных страстей», Оливер Голдсмит вкладывает в уста простодушного Марлоу фразу: «Черт возьми, человек! Мы сможем это сделать, как только найдем долготу!» в ответ на путанное (и ложное) указание Тони Лампкина, как найти дорогу к дому Хардкастля [21].

Французские призы

Франция не последовала примеру Британии. Однако 12 марта 1714 г. (за два месяца до дебатов по вопросам долготы в британской палате общин) Руйе де Меслей, адвокат французского парламента, составил завещание, по которому он передавал 125 тыс. ливров (20 ливров приблизительно соответствуют 1 ф.ст.) на учреждение двух призов, которые должны ежегодно присуждаться Французской Академией наук за философские диссертации на одну из двух следующих специальных тем. Большой приз предлагался за диссертацию, описывающую устройство и движения Солнечной системы, а также природу света и движения; меньший - тому, кто, выражаясь словами основателя призов, «предложит самый простой и удобный метод точного определения высот и градусов долготы на море и сделает полезные открытия для навигации и великих путешествий» [22]. Руйе умер в 1715 г., и в марте 1716 г. академия получила его посмертный дар. И хотя сын Руйе предъявил свои права на наследство, Верховный суд в 1718 г. подтвердил законность завещания. В то же время, в 1716 г., Филиппом, герцогом Орлеанским и регентом Франции, был учрежден другой приз, присуждаемый академией (сумма его не была точно названа) за определение долготы. По неизвестным причинам этот приз академия никогда не присуждала [23].

Первый приз Руйе был назначен в 1720г. за решение следующей задачи: как наилучшим образом поддерживать точный ход часов в море - посредством улучшения конструкции самого механизма или путем применения специальной подвески часов. Этот приз в 500 ливров был завоеван голландским часовщиком Массу за предложение (так и не подтвержденное на практике) хранить часы в контейнере, где с помощью лампы поддерживается постоянная температура [24]. Сумма, оставленная Руйе, оказалась недостаточной для ежегодной выплаты призов, поэтому в последующие 17 лет единственный приз в 2 тыс. ливров предлагался не чаще, чем раз в два года. Второй приз в размере 2 тыс. ливров был присужден в 1725 г. швейцарскому математику Даниилу Бернулли за ответ на вопрос, как лучше поддерживать равномерность хода механизма на море: при помощи клепсида (водяных часов) или песочных часов. В дальнейшем призы присуждались за разработку вопросов, связанных с компасами, движением Луны, измерением высоты, выбором наилучшей высоты мачт, а также за работы, связанные с морскими хранителями времени [25].

Изобретение секстанта

Прежде чем вновь вернуться к проблеме определения долготы, остановимся на вопросах усовершенствования инструментов для измерения углов, так как метод лунных расстояний (см. приложение I), применявшийся для определения долготы в море, требовал от штурмана умения точно измерять как угол между Луной и Солнцем или звездой, так и высоту обоих небесных тел над горизонтом. В 1514 г. Вернер предложил использовать для

этой цели поперечный жезл. Однако довольно скоро астрономы убедились в том, что этот инструмент не обеспечивает необходимую точность. Если лунное расстояние будет измерено с точностью до половины градуса (этого с поперечным жезлом, вероятно, достигнуть невозможно), то мы получим неопределенность при определении гринвичского времени в один час, или 15° по долготе. В действительности же необходимо было определять долготу с точностью выше чем Г, а это требовало от метода лунных расстояний, по крайней мере точности в две угловые минуты.

Первое новое многообещающее предложение было представлено на рассмотрение Королевского общества Лондона Робертом Гуком, заявившим еще в 1666 г., что он готовится «в перспективе... к наблюдению положений и расстояний опорных звезд от Луны по их отражениям». В том же году он пояснил свою мысль чертежами. В 1691 г. Галлей предложил чертежи инструмента, настолько похожего на инструмент Гука, что под давлением Гука он вынужден был письменно отказаться от приоритета в изобретении [26]. Мы не располагаем какими-либо сведениями об испытании в море этих инструментов.

[118] О С Т О В Е Р 1772.					
Distances of J 's Center from \odot , and from Stars west of her.					
Hour	Stars Names	Noon.	3 Hours.	6 Hours.	9 Hours.
		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
1	The Sun.	62. 6. 55	63. 44. 49	65. 22. 18	66. 59. 22
2		74. 58. 25	76. 32. 59	78. 7. 10	79. 40. 56
3		87. 24. 0	88. 55. 28	90. 26. 35	91. 57. 21
4		99. 26. 2	100. 54. 47	102. 23. 14	103. 51. 23
5		111. 7. 52	112. 34. 22	114. 0. 37	115. 26. 38
3	Antares.	33. 0. 51	34. 36. 17	36. 11. 37	37. 46. 49
4		45. 40. 30	47. 14. 40	48. 48. 38	50. 22. 24
5		58. 8. 6	59. 40. 36	61. 12. 55	62. 45. 2
6		70. 22. 45			
6		15. 30. 17	17. 2. 20	18. 34. 12	20. 5. 52

17. Таблица лунных расстояний из 'Морского альманаха и астрономических эфемерид за 1772 г.'. (Национальный морской музей.)

Позднее было предложено еще два прибора, причем один из них не нашел практического применения, а второй стал плодотворно использоваться. В 1729 г. Французская Академия назначила третий приз Руйе за лучшие методы наблюдений высоты Солнца и звезд в море при помощи известных или вновь изобретенных инструментов. Награду в 2 тыс. ливров получил Пьер Буже, профессор гидрогеографии в Круасси, за оборотный жезл, выполненный в виде квадранта, с помощью которого наблюдатель мог видеть одновременно Солнце и горизонт [27]. К сожалению, этот прибор действовал по «теневому принципу», что не позволяло применять его при измерении лунных расстояний. Вторым инструментом был двойной зеркальный квадрант, предшественник современного секстанта, изобретенный в 1731 г. независимо друг от друга двумя людьми, жившими по разные стороны Атлантики. Джон Хэдли (Гадлей) (1682-1744), вице-президент Королевского общества, ранее значительно усовершенствовавший отражательный телескоп, представил конструкции двух инструментов, работа которых основывалась на совершенно новом принципе, а именно на двойном отражении. Луч света от небесного тела попадал в глаз наблюдателя только после того, как он дважды претерпевал отражение - сначала от зеркала, прикрепленного к движущейся градуированной дуге, а затем от зеркала, неподвижного относительно зрительной трубы. Этот прибор позволял наблюдателю видеть одновременно оба небесных тела (для измерения лунного расстояния) или небесное тело и горизонт (для определения высоты) и делал наблюдения на движущемся корабле вполне доступными. В мае 1731 г. Хэдли описал эти инструменты в сообщении Обществу, и 31 августа и 1 сентября

1732 г. они были опробованы на яхте «Чэтхем» в устье Темзы. Ошибки в измерении высот и расстояний между двумя звездами с помощью одного из названных инструментов не превышали двух угловых минут; такой же результат был получен и при определении лунных расстояний [28].

Тогда же, в 1732 г., Эдмунд Галлей передал Королевскому обществу письмо Джеймса Логана, председателя суда штата Пенсильвания, убедительно свидетельствующее о том, что Томас Годфри (1704-1749), оптик и астроном-самоучка из Филадельфии, сконструировал двойной отражательный инструмент, пригодный для измерения лунных расстояний, который действовал по существу таким же образом, как и один из инструментов Хэдли. Когда Бенджамин Франклин вместе с Хью Мередитом начал свою деятельность в Филадельфии, часть своего дома он отдал в аренду Годфри. Годфри стал одним из членов-учредителей клуба «Кожаный фартук», соперничающего с клубом, основанным Франклином, предметами интересов которого были мораль, политика и натурфилософия. Франклин, хотя и называл Годфри «великим математиком», про себя считал его тупицей и неприятным напарником [29]. Годфри вычислил эфемериды для составленного и изданного Франклином альманаха, он же помогал Логану производить астрономические наблюдения [30]. Инструмент Годфри был испытан на военном корабле «Трюмэн» во время плавания на Ямайку и Ньюфаундленд в 1730-1731 гг.; испытания показали его высокие качества. После этого Годфри показал чертеж своего инструмента Логану и попросил - в надежде получить «долготный приз» - передать его соответствующей авторитетной комиссии. К несчастью, Логан не предпринял никаких действий, пока не увидел в «Философикэл Транзэкшенз» описание аналогичного инструмента, изобретенного Хэдли. Королевское общество в мае 1733 г. рассмотрело заявления обеих сторон и пришло к выводу, что Годфри и Хэдли пришли к своим изобретениям независимо и почти одновременно.



18. Измерение лунного расстояния из книги Дэнкина 'Полуночное небо' (2-е изд., Лондон, 1879, с. 256). (Национальный морской музей.)

Однако история, связанная с инструментами подобного типа, на этом не закончилась. В 1742 г. среди бумаг Эдмунда Галлея, оставшихся после его смерти, были найдены рисунок и описание двойного зеркального квадранта, в общих чертах почти идентичного квадрантам Годфри и Хэдли, причем подписаны они были не кем иным, как самим Исааком Ньютоном. Очевидно Ньютон показал свой чертеж Галлею в 1700 г., а позднее усомнился в достоинствах своего изобретения. Хотя принцип действия этого инструмента такой же, как и у современного секстанта, внимательное изучение чертежа заставляет усомниться в способности подобного прибора действовать в море. Тем не менее практическое использование морского угломерного инструмента могло начаться намного раньше, чем это случилось в действительности.

Кто бы ни был изобретателем инструмента, ставшего прародителем всех последующих угломерных инструментов, применявшихся в море вплоть до наших дней, именно Хэдли дал свое имя известному сегодня зеркальному квадранту. Через двадцать лет после изобретения этот прибор широко распространился во всем мире, вытеснив все ранее существовавшие угломерные инструменты. Заслуживают также внимания и три новые конструкции, предложенные позднее. Во-первых, в 1752 г. Тобиас Майер, гёттингенский астроном, создал повторный круг - инструмент, с помощью которого можно было измерять с достаточной точностью углы любого размера. Однако инструменты подобного типа, громоздкие и дорогостоящие, не завоевали популярности среди английских моряков. Во-вторых, примерно в 1757 г. английский механик Джон Берд и капитан Джон Кэмпбелл усовершенствовали секстант путем увеличения его дуги до 60° , что позволило измерять углы до 120° (тогда как дуга инструмента Хэдли, равная 45° , давала возможность измерять углы лишь до 90°); кроме этого, они заменили деревянную раму более жесткой латунной и снабдили прибор телескопом. И наконец, в 1775 г. появилась «делительная машина» Джесса Рамсдена, позволившая уменьшить и облегчить секстанты и круги без потери точности. Наконец-то штурманы получили инструмент, дающий возможность измерять лунные расстояния в море с необходимой точностью. Таким образом, часть «долготной проблемы», связанная с определением лунных расстояний, была решена.

Морской альманах

Задача об определении долготы в море астрономическим методом, возникнув из необходимости определять и сохранять гринвичское (или парижское, или кадисское) время, решалась поэтапно. В свое время Флемстид понял, что для практических целей навигации вполне достаточно принять, что Земля вращается с постоянной скоростью. Метод определения времени по наблюдениям спутников Юпитера в море оказался непригодным. В конечном счете для этой цели более всего подходил хронометрический метод, но его использованию препятствовало отсутствие часов, которые были бы способны в любом климате хранить точное время непрерывно на протяжении месяцев, несмотря на движение корабля. Однако уже появились признаки того, что изобретение таких часов не за горами. Метод измерения лунных расстояний, табличные данные для которого должна была давать Гринвичская обсерватория, побудил Флемстида составить соответствующий каталог положений звезд, а зеркальный квадрант Хэдли позволил добиться необходимой точности измерения лунных расстояний. Но этого было недостаточно. По-прежнему существовала необходимость в разработке соответствующей теории очень сложного движения Луны, на основании которой можно было бы предсказать положение Луны среди звезд на несколько лет вперед. И все эти сведения нужно было предоставить навигатору в таком виде, чтобы он мог легко, без больших затрат времени произвести определение долготы своего местонахождения.

Особое место в истории определения времени и долготы занимают поиски теории, которая описывала бы движение Луны с необходимой для навигаторов точностью. Теория движения Луны довольно сложна, и мы не будем приводить ее здесь в деталях, а просто напомним некоторые основные положения.

В своем труде «Математические начала натуральной философии» (*Philosophical Naturalis Principia Mathematica* изданном в 1687 г., Ньютон разработал теорию тяготения, с помощью которой были сделаны первые попытки объяснить нерегулярности в движении Луны. Тем не менее, как было замечено позднее, «... при более продолжительных и непрерывных сериях наблюдений Луны, чем те, которые провел Флемстид, видна разница между движением, вытекающим из теории Исаака Ньютона, и истинным движением [Луны], и эта разница достигает иногда пяти минут [дуги]» [31], что при определении долготы дает ошибку в $2,5^\circ$. В последующие пятьдесят лет в связи с необходимостью решения задачи «нахождения долготы» сильнейшие математики мира обратились к разработке теории, а

самые известные астрономы, в частности астрономы Гринвича, занялись накоплением данных, позволяющих предсказывать движение Луны. В 1720 г. преемником Флемстида на посту королевского астронома в Гринвиче стал Эдмунд Галлей. В отличие от Флемстида, наблюдавшего в основном звезды, Галлей сосредоточил свое внимание на Луне.

Каждые 18 лет и 11,3 сут, составляющие цикл, называемый саросом, содержащий 223 синодических месяца, или интервала между новолуниями, движение Луны относительно Солнца повторяется. Галлей заметил, что для более уверенного предсказания положения Луны на данный момент необходимо знать ее положения за 223 предшествующих синодических месяца. Поэтому в 1722 г., в возрасте 66 лет, он приступил к наблюдениям положений Луны, пользуясь любой возможностью наблюдать Луну в момент пересечения ею меридиана (такая возможность исключалась в период новолуния и в ночи с облачной погодой). Галлей рассчитывал закончить эту работу через 18 лет - к тому времени ему должно было исполниться 84 года. Об этом в 1731 г. он сообщил в журнале «Философическэ Транзэкшнз». В то время еще не было инструмента, позволявшего с достаточной точностью измерять лунные расстояния в море, и Галлей первым посоветовал штурманам воспользоваться для измерения лунных расстояний такими ситуациями, когда Луна проходит перед звездой или достаточно близка к этому положению (говоря иначе, покрывает ее), так как для наблюдения покрытий достаточно было только телескопа. В постскриптуме к своей статье Галлей заметил, что его коллега вице-президент Королевского общества Джон Хэдли «рад сообщить о своем самом искусном изобретении, инструменте для измерения с большой точностью углов при помощи отражения... более чем вероятно, что такой инструмент можно применять для измерения углов с желаемой точностью в море» [32].

Галлей умер в 1742 г. в возрасте 86 лет. Несмотря на отсутствие постоянных помощников, он очень близко подошел к завершению поставленной перед собой задачи по наблюдению Луны в течение 18-летнего цикла. К сожалению, точность его наблюдений (когда он начал эту работу, ему было за 60) оставляла желать лучшего; наблюдения, проведенные вскоре после публикации его лунных таблиц, показали ошибочность его предвычислений. Между тем математики и астрономы континента - Лемонье, Кассини де Тюри, Эйлер, Д'Аламбер и Клеро - занялись решением этой задачи (особенно после того, как Петербургская Академия наук в 1750 и 1752 гг. также установила награды за решение проблемы). Благодаря этому появились новые теории движения Луны и лунные таблицы; однако все они-очевидно, вследствие недостаточности наблюдательного материала, на котором они основывались, - предсказывали положения Луны с ошибками до 3-5 мин дуги [33].

В конце концов нашелся астроном, который создал лунные таблицы требуемой точности. Это был Тобиас Майер (1723-1762) из Гёттингена, изобретатель повторного круга. Используя уравнения Эйлера и основываясь как на собственных наблюдениях, так и на наблюдениях Джеймса Брадлея (1693-1762), заменившего в 1742 г. Галлея на посту королевского астронома в Гринвиче, Майер составил таблицы движения Солнца и Луны. В 1755 г. он выслал адмиралу Ансону, первому лорду адмиралтейства, подробные заметки со своими таблицами. 6 марта 1756 г. они были представлены Совету по долготе с рекомендацией Брадлея опробовать их в открытом море; там, в частности, говорилось, что «наблюдения с борта корабля необходимо производить соответствующими инструментами; квадрант Хэдли, по его [Майера] мнению, не нужен, хотя он и подходил для этой цели» [34]. Семилетняя война, разразившаяся в 1756 г., затруднила морские испытания, проводимые капитаном Кэмпбеллом в 1757-1758 гг.; поэтому они не дали в отношении лунных таблиц Майера сколько-нибудь убедительных результатов. Тем не менее эти испытания оказались очень важными в связи с тем, что измерения лунных расстояний в море производились при помощи латунного круга Майера с малой шкалой - предшественника современного морского секстанта.

Только в 1761 г. таблицы Майера были должным образом опробованы Невилом Маскелайном (1732-1811), будущим королевским астрономом, во время его путешествия на

остров Св. Елены и обратно, куда он был направлен Королевским обществом для наблюдения прохождения Венеры. Применяв квадрант Хэдди (не секстант) и первые таблицы Майера, Маскелайн провел несколько очень удачных наблюдений лунных расстояний, достигнув в большинстве случаев при определении долготы точности выше 1° . Сразу же по возвращении с острова Св. Елены Маскелайн опубликовал свой «Британский морской путеводитель», в котором просто и наглядно излагался способ определения лунных расстояний в море [35]. На самом деле Маскелайн не был первым наблюдателем, сумевшим точно определить лунные расстояния в море. В 1753-1754 гг. Никола-Луи де Лакайль осуществил такие наблюдения по пути во Францию с мыса Доброй Надежды через о-ва Маврикий и Реюньон, хотя его лунные таблицы были менее точны, чем таблицы Майера. Именно способ Лакайля и был рекомендован в книге Маскелайна. В 1760 г. датский ученый Карстен Нибур провел подобные наблюдения по просьбе самого Майера, тогда как Александр - Ги Пингре последовал примеру Лакайля при поездке на остров Родригес и обратно, куда он отправился для наблюдений прохождения Венеры [36].

Незадолго до своей смерти в 1762 г. Тобиас Майер подготовил новый более точный сборник таблиц Солнца и Луны; рукопись была отправлена в Англию женой Майера и 4 августа 1763 г. рассматривалась Советом по долготам; было решено, что новые таблицы опробует «человек, который поедет на Ямайку для наблюдений спутников Юпитера» [37]. Случайно этим человеком оказался сам Маскелайн, и поехал он не на Ямайку, а к острову Барбадос, главным образом в связи с испытанием четвертого хранителя времени Гаррисона. По пути Маскелайн проверил новые таблицы Майера, используя для наблюдений недавно изобретенный секстант. С помощью этого инструмента он ухитрился определить долготу острова Уайт с точностью в 16 угловых минут [38].

После смерти Брадлея в 1762 г. директором Гринвичской обсерватории был назначен Натаниэл Блисс, скончавшийся спустя два года. 19 января 1765 г. граф Сэндвич сообщил Совету по долготам, что король Георг III согласен назначить королевским астрономом (а следовательно, фактически и членом Совета) Маскелайна, несколько месяцев назад вернувшегося с острова Барбадос. 9 февраля Маскелайн представил Совету подробный доклад об успешных измерениях лунных расстояний, осуществленных с целью определения долготы во время его путешествия к островам Св. Елены и Барбадос, и предложил Совету опубликовать в помощь морякам морские эфемериды, представив отзывы об испытании этого метода от четырех офицеров Ост-Индской компании [39].

Маскелайн с присущей ему энергией (ему было только 33 года) задумал и подготовил издание «Морской альманах и астрономические эфемериды на 1767 г.», опубликованное в 1766 г. Это замечательное ежегодное издание продолжается и по сей день.

Наибольшую практическую ценность в новом альманахе представляли таблицы лунных расстояний на весь год, предсказывающие через каждые три часа угловые расстояния от центра лунного диска до избранных зодиакальных звезд или до центра солнечного диска. Такие таблицы, по предположению Лакайля, должны были сократить объем арифметических расчетов, производимых штурманами; действительно, с их помощью время, затраченное на наблюдение и определение долготы в море, сократилось до 30 мин, тогда как раньше на эти же процедуры затрачивалось более 4 ч.

В 1675 г. Карл II поручил королевскому астроному «заняться исправлением таблиц движений небесных тел и положений неподвижных звезд...». В 1725 г. Флемстид опубликовал «Британскую историю неба», содержащую положения опорных звезд. А спустя 21 год после этого указа короля пятый королевский астроном Невил Маскелайн выпустил таблицы движений небесных тел в удобном для навигаторов виде, позволяющие находить столь желанные долготы местоположений для усовершенствования искусства навигации» [41]. Итак, королевский указ был выполнен. Что же касается истории гринвичского времени, то здесь уместно заметить, что альманах Маскелайна базировался именно на гринвичском меридиане. До этого моряки обычно выражали долготу в определенном количестве градусов и минут (или в лигах) к востоку или западу от пункта отправления или назначения,

например: 3° 47' к западу от Лизарда. Теперь же штурман, используя «Морской альманах» Маскелайна при определении долготы из астрономических наблюдений - значительная часть штурманов дальнего плавания именно так и начала поступать с 1767 г., - должен был производить свои расчеты, основываясь на гринвичском меридиане. В период 1774-1788 гг. это новшество повлияло даже на тех, кто пользовался официальным французским ежегодником «Конесанс де тампс» («Знание времен»), в котором с согласия и при содействии Маскелайна были перепечатаны британские таблицы лунных расстояний, основанные на меридиане Гринвича, хотя все другие таблицы в ежегоднике основывались на меридиане Парижа.

Штурман, получив долготу, отсчитываемую от Гринвича, должен был отметить свое положение на морской карте, поэтому на сухопутных и морских картах, публикуемых во всем мире, долготная сетка стала определяться по меридиану Гринвича. Все это привело к тому, что, когда в конце концов возникла необходимость в установлении нулевого меридиана для отсчета долготы и времени в международном масштабе, для этой цели был выбран именно гринвичский меридиан (а, скажем, не парижский). В значительной степени это можно объяснить и тем обстоятельством, что к тому времени многие морские суда, суммарная грузоподъемность которых составляла не менее 72% от общей грузоподъемности судов мира, уже пользовались навигационными картами, долгота на которых отсчитывалась от Гринвича. И первым звеном в описанной цепи событий было именно издание в 1766 г. «Морского альманаха».

Морской хронометр в Британии

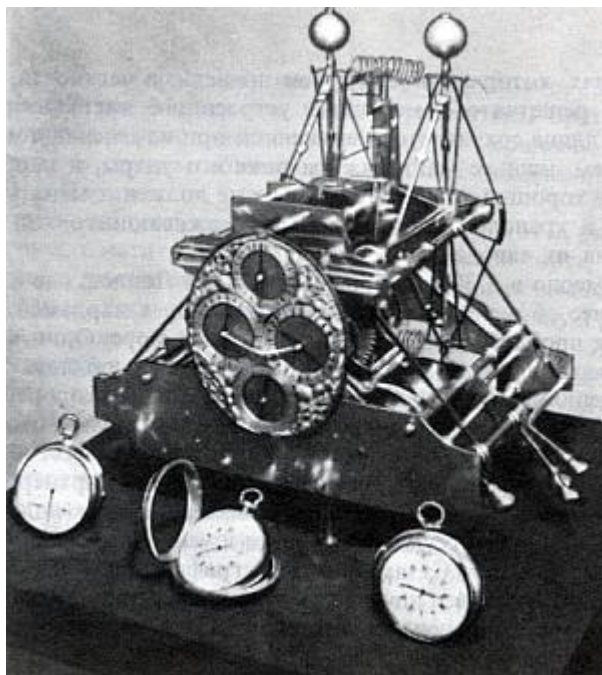
В своем «Пояснении» к первому «Морскому альманаху» Маскелайн говорит о том, почему табличные данные приводятся в истинном солнечном времени, а не в среднем солнечном времени. Заканчивается «Пояснение» следующими словами: «Но если часы, изготовленные по гаррисоновскому или другому подобному принципу, смогут использоваться в море, то истинное время, выведенное из высоты Солнца, может быть исправлено с помощью уравнения времени; и если найденное среднее время сравнить с тем, которое показывают часы, то разница и даст нам долготу в единицах времени от того меридиана, на котором были установлены стрелки этих часов; насколько это позволит сделать ход часов» [42].

История о том, как в конце концов Джон «Долгота» Гаррисон (1693-1776) почти полностью получил в 1714 г. высочайшую награду, учрежденную специальным законом, описывалась неоднократно и достаточно подробно [43]. Сын сельского плотника, Гаррисон родился в Уэйкфилде в Йоркшире, затем в раннем возрасте вместе с семьей переехал в Бартон, Линкольншир, расположенный по другую сторону залива напротив порта Гулль. Поначалу Джон пошел по стопам отца, но вскоре увлекся изготовлением часов. К 1727 г. он вместе с братом изготовил два экземпляра часов очень высокой точности. Конструкции этих часов были основаны на совершенно новых принципах, которые впоследствии привели, в частности, к созданию решетчатого маятника, устроенного таким образом, что его длина сохраняется неизменной при изменении температуры (чем длиннее маятник, тем реже его удары, и наоборот; поэтому хороший хранитель времени не должен изменять свою длину), и храпового механизма, поддерживающего ход часов во время их завода.

Примерно в 1730 г. Гаррисон приехал в Лондон, где и узнал подробнее об огромных наградах, обещанных парламентом за решение проблемы определения долготы в море. Один из способов решения этой проблемы лежал как раз в области точного хранения времени. Гаррисон был представлен королевскому астроному Галлею (являвшемуся также членом Совета по долготе) и Джоржу Грэхему (1673-1751), самому известному часовому мастеру тех дней, бывшему одно время партнером Томаса Томпиона. Узнав о тяжелом материальном положении Гаррисона, Грэхем ссудил ему деньги и уговорил Ост-Индскую компанию и Карла Стэнхоупа (сына графа Стэнхоупа, сыгравшего 25 лет назад ведущую роль в принятии

закона о долготе) выдать Гаррисону некоторую сумму денег для изготовления первых морских часов.

Сейчас морские хронометры Гаррисона принято классифицировать по типу их устройства: Н1 Н2 и т.д.; этого мы будем придерживаться и в нашей книге. Хронометр Н1 с тяжелым механизмом в 5 фут высотой был изготовлен в 1735 г. При содействии Галлея и Грэхема Совет по долготе организовал морское испытание этого хронометра. Сам Гаррисон плавал в 1736 г. со своим хронометром в Лиссабон и обратно на кораблях «Центурион» и «Орфорд». Хронометр показал хорошие качества, но Гаррисон был не вполне им доволен, да и для получения высокой награды, согласно закону о долготе, требовалось проверочное испытание в рейсе до Вест-Индии. На собрании Совета 30 июня 1737 г. - самом первом, протоколы которого сохранились, - Гаррисону было выделено 250 ф.ст. на изготовление других «морских часов» и была обещана более крупная сумма в случае, если часы покажут высокое качество. Хронометр Я 2 Гаррисон сделал в 1739 г., но не удовлетворился его качеством и предложил изготовить третий механизм. Несмотря на продолжительные сроки работы-изготовление Я3 заняло девятнадцать лет, - Совет и Королевское общество поверили в Гаррисона и выплатили ему в общей сложности 3 тыс. ф.ст. в период 1741-1762 гг., а также присвоили ему в 1749 г. высочайшую награду, медаль Копли, как «автору самого важного научного открытия или вклада в науку, достигнутого путем эксперимента или иным способом».



19. Первый морской хронометр Гаррисона Н1 1735 г., вместе с выигранным призом Н4, 1759 г. (в центре), копией хронометра Кендалла (К1, 1769 г., справа), которую капитан Кук брал с собой в путешествие, и вторым хронометром Кендалла (К2, 1771 г., слева), взятым в 1789 г. бунтовщиками в Боунти на о. Питкэрн. (Национальный морской музей.)

В июле 1760 г., в разгар Семилетней войны, Гаррисон заявил, что хронометр Н3 готов для испытаний, предусмотренных законом о долготе от 1714 г., т.е. готов к плаванию в Вест-Индию, и одновременно представил большие часы, известные сегодня под знаком Н4, которые, как утверждал Гаррисон, «превзошли все его ожидания» [44]. Для завершения работы над Н4 - поскольку Н3 и Н4 было решено испытать совместно - Совет выделил еще 500 ф.ст., увеличив таким образом общую сумму, выданную Гаррисону с 1737 г., до 3250 ф.ст. 18 ноября 1761 г. часы, на которые решил сделать ставку Гаррисон, были погружены на корабль «Дептфорд» и в сопровождении его сына Уильяма (Джону было уже 68 лет)

отправлены на Ямайку. 3 марта 1762 г. они вернулись назад в Портсмут.

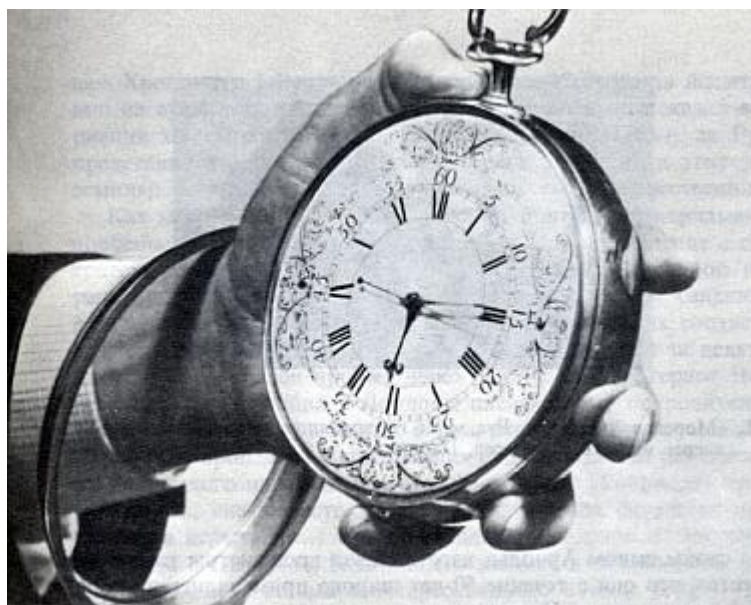
Хотя Гаррисон, изготовив хронометр Н4, выполнил условия закона от 1714 г., Совет рассудил иначе и выплатил ему только 1500 ф. ст. с обещанием выдать остальные 1 тыс. ф. ст. после проведения дальнейших испытаний. 8 апреля 1763 г. получает королевскую санкцию постановление парламента, согласно которому Гаррисону предлагается 5 тыс. ф. ст. за ознакомление с секретом часов экспертной комиссии, назначенной парламентом [45]. Это вызвало такой живейший интерес, что даже Парижская Академия наук прислала своих представителей для участия в этом событии, несмотря на соперничество Англии и Франции в области техники. В том же году был опубликован «Британский морской путеводитель» Маскелайна, содержащий конкурирующий метод определения лунных расстояний, и Гаррисон усматривал в этом опасность для себя: кто-то другой, возможно даже сам Маскелайн, может выиграть главный приз, обойдя Гаррисона с его уже готовым методом хранения времени. Поэтому Гаррисон решил отказаться от 5 тыс. ф. ст., предложенных парламентом, и не открывать свои секреты, а вместо этого настаивать на втором испытании хронометра при путешествии в Вест-Индию, которое могло бы помочь ему целиком получить награду в 20 тыс. ф.ст.

Следующее испытание проходило на корабле вооруженных сил Его Величества «Тартар», отплывшем из Портсмута к острову Барбадос 28 марта 1784 г.; на борту его находился хронометр Н4, который, как и в первый раз, сопровождал Уильям Гаррисон. Были соблюдены самые тщательные предосторожности, обеспечивающие беспристрастность испытания: для определения долготы Барбадоса путем наблюдений на суше был послан Маскелайн; для проведения наблюдений в Портсмуте перед отплытием, по предложению Гаррисона, были использованы очень точные часы, изготовленные Джоном Шелтоном (такие же часы Маскелайн взял с собой на Барбадос) [46].

История борьбы Гаррисона за обладание наградой слишком длинна, чтобы рассказывать ее здесь целиком. Поэтому мы сразу перейдем к результатам последних испытаний Н4. Эти результаты полностью удовлетворили требованиям закона от 1714 г., но, несмотря на это, Совет не решился рекомендовать выплату приза в сумме 20 тыс. ф. ст. без дальнейших испытаний хронометра Н4, которые окончательно бы подтвердили, что полученные результаты не являются случайными. В мае 1765 г. парламент принял новое постановление, существенно изменившее правила игры: Гаррисон сможет получить 10 тыс. ф. ст. при условии, что он откроет свои секреты и передаст все устройства для определения долготы королевскому астроному, т.е. самому Маскелайну, а остальные 10 тыс. ф. ст. будут ему выплачены, «когда будет изготовлен другой хранитель времени подобного типа», обеспечивающий точность в 30 миль при определении долготы [47]. Этим же решением парламента назначалось вознаграждение вдове Майера и Эйлеру, а также предписывалось Совету подготовить и опубликовать «Морской альманах». Гаррисон не терял присутствия духа, хотя в то время ему было уже 72 года, а его зрение и общее самочувствие оставляли желать лучшего. И все же ему пришлось подчиниться новым условиям: часы Н4 были переданы для испытаний в Гринвич, а затем для копирования главному лондонскому часовых дел мастеру Ларкаму Кендаллу. Тем временем Гаррисон вместе с сыном приступил к изготовлению еще одних долготных часов Н5 и через пять лет закончил их.

Замечательная история произошла с изготовленной Кендаллом копией часов Кг во время второго путешествия капитана Кука [одна из основных задач при этом состояла в испытании часов К1 и трех хронометров Джона Арнольда (1736-1799); Гаррисон отказался предоставить для этого испытания свой новый хронометр Н5] [48]. В этом путешествии, проходившем в Атлантическом океане и тропических водах и продолжавшемся около трех лет, часы К1 зарекомендовали себя великолепно: суточное уклонение их хода никогда не превышало 8 с (две морские мили на экваторе). Когда путешествие подходило к концу, Кук писал с мыса Доброй Надежды секретарю адмиралтейства: «Часы мистера Кендалла превысили ожидания даже самых рьяных их защитников; этот инструмент, показания которого корректировались по лунным наблюдениям [Кук имел новый «Морской

альманах»], являлся нашим верным проводником через все превратности и климаты» [49]. С еще большей восторженностью отзывался о часах Уильям Уэйлс, астроном из Совета по долготе, который плавал вместе с Куком на корабле «Ризолюшн»: «Из предшествующего отчета очевидно, что изумительная точность часов гениального изобретателя продемонстрировала развитие этой отрасли механики с 1762 г., т.е. всего за 3 года; между тем остались возможности для дальнейших усовершенствований [часов] другими мастерами своего дела, но пусть никто из них не хвастается тем, что превзошел его [Гаррисона] до тех пор, пока их механизмы не подвергнутся столь же суровым испытаниям» [50].

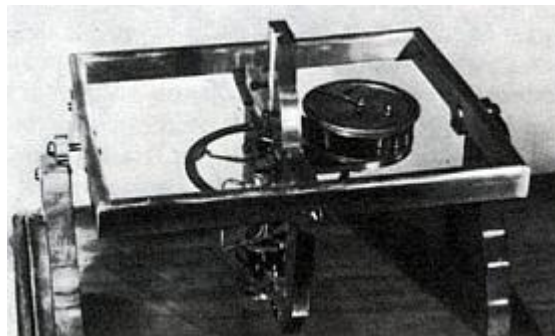


20. Хронометр Кендалла K1, который хранится в Национальном морском музее в Гринвиче

Между тем Гаррисон предпринял смелый шаг и обратился лично к Георгу III. В результате король распорядился испытать часы Я 5 в своей личной обсерватории в Ричмонде, называемой сегодня обсерваторией Кью. Когда до короля дошло известие о часах Гаррисона, он воскликнул: «Ей богу! Гаррисон, я посмотрю, насколько вы правы!» Наконец, в июне 1773 г. в соответствии с законом о долготе восьмидесятилетнему Гаррисону была выплачена награда в размере 8750 ф. ст., т.е. на 1250 ф. ст. меньше того, на что он рассчитывал (через несколько лет он все же получил всю сумму 22 500 ф. ст., утвержденную законом от 1714 г.).

Джон Гаррисон скончался 24 марта 1776 г., за восемь месяцев до возвращения Кука из плавания, которое вне всяких сомнений доказало возможность изготовления удовлетворительных по своей точности долготных часов. Часы, сделанные Гаррисоном, являлись опытными образцами и поэтому стоили очень дорого. Эти часы служили образцом для молодых мастеров, конструирующих хронометры (как эти часы стали теперь называться), достаточно дешевые, чтобы быть по средствам каждому штурману. В те далекие дни имена Джона Арнольда, Томаса Ирншоу и Томаса Маджа произносились с большим уважением. Их хронометры стоили около 60 гиней (у Маджа несколько больше), тогда как Кендалл получил за изготовленную им копию часов Я4 500 ф. ст. Все эти мастера получили награды от Совета по долготе за усовершенствования в конструкциях хронометров, но никто из них, между прочим, не воспользовался нововведениями Гаррисона. Арнольду принадлежит первенство в применении промышленных способов выпуска часов, обеспечивающих строгий контроль качества, которые вполне можно назвать массовым производством. Вместе со своим сыном Арнольд изготавливал хронометры такого качества, что они в течение 50 лет широко применялись на кораблях всего мира; Ирншоу в этом деле

почти не отставал от Арнольда.



21. 'Морские часы' ле Руа, 1766 г., хранящиеся в Национальной галерее искусств и ремесел, Париж

Британская Ост-Индская компания первой стала бороться за оснащение всех своих кораблей хронометрами. Королевский морской флот не был так расторопен, и только в 1840 г. его корабли были оснащены хронометрами. Тем не менее британское адмиралтейство продолжало, активно стимулировать технические усовершенствования; в частности, оно настояло на учреждении годовых испытаний хронометров. Такие испытания были проведены в 1821 г. в Гринвичской обсерватории и лучшие из представленных хронометров были удостоены призов [51]. Все эти хронометры с самого начала шли по гринвичскому времени, на котором основывался «Морской альманах».

Морской хронометр во Франции

Работа по усовершенствованию морского хронометра велась не только в Британии, но и во Франции. В связи с этим достойны упоминания имена двух людей: Пьера ле Руа (1717-1785), который заменил своего знаменитого отца на посту королевского часовщика, и Фердинанда Берту (1729-1807), родившегося в Швейцарии, но проведшего большую часть своей трудовой жизни во Франции. В 1754 г. ле Руа и Берту представили Парижской Академии описание своих морских хронометров. Первый хронометр ле Руа, изготовленный в 1756 г., так никогда и не был надлежащим образом опробован. Хронометр 1 Берту, изготовленный в 1763 г., при испытании на суше астрономом Шарлем Этьеном Камю показал вариации хода, превышающие 16 мин в сутки. В 1763 г. ле Руа представил второй хронометр высотой в 3 фут, но и этот экземпляр был опробован не лучше, чем его предшественник.

Как мы уже знаем, в том же 1763 г. британский парламент пообещал Джону Гаррисону 5 тыс. ф.ст. за ознакомление с секретом часов Н4 членов экспертной комиссии, созданной по решению парламента, получившей королевскую санкцию 8 апреля 1763 г. 21 марта, за четыре дня до того, как соответствующий билль был рассмотрен в палате общин, и за девять дней до того, как он прошел через палату лордов, герцог Нивернуа, посол Франции в Лондоне, писал своему покровителю герцогу де Преслену в Париж о том, что будто бы, по словам Гаррисона, процедура ознакомления будет открытой (на самом же деле такого намерения не было) и что тот [Гаррисон] просил узнать, «не желаете ли вы прислать сюда француза для участия в испытании... Все эти сведения я получил от мистера Маккензи и его брата, величайшего знатока и покровителя искусств, человека весьма заинтересованного в этом деле» [52]. Оба брата, о которых идет речь, были страстными любителями астрономии, информатором же действительно был Джеймс Стюарт Маккензи, младший брат третьего графа Бьюта, бывшего в то время премьер-министром (18 апреля он подал в отставку). Письмо Нивернуа было направлено в академию, которая и предложила Камю и Берту связаться с Жозефом-Жеромом Лефрансе де Лаландом, астрономом и издателем

французского ежегодника «Конесанс де тампс», которому уже приходилось бывать в Лондоне. У Лаланда было много друзей, так или иначе связанных с делом Гаррисона, и, как полагали французы, его присутствие в Лондоне в подходящий момент определенным образом повлияет на исход приглашения [53].

Камю и Берту присоединились к Лаланду в Лондоне 1 мая. Несколько позже Маккензи, назначенный 15 апреля лордом-хранителем печати в Шотландии (после того, как его брат подал в отставку с поста премьер-министра), сообщил Нивернуа, что он более не имеет возможности вмешиваться в дело Гаррисона. 8 мая французские члены комиссии встретились с Гаррисоном, который показал им часы Н1, Н2 и Н3, но не Н4. Ранее Лаланд видел часы Н4, но только снаружи. С возрастающим нетерпением французы еще месяц ожидали испытаний. 2 июня Камю пишет графу Мортону, вице-президенту Королевского общества, одному из членов комиссии, назначенной парламентом для испытаний хранителя времени Гаррисона, о том, что французский король был уверен, что членам французской комиссии удастся познакомиться с секретами механизма Гаррисона, прежде чем британский парламент обнародует это открытие. Однако, несмотря на все заверения, продолжает Камю, до сих пор нет никаких известий о том, что испытания состоятся, хотя ползут слухи, что ничего не произойдет, пока парламент не соберется вторично. Французский представитель напомнил Мортону, что прошел уже месяц с тех пор, как они находятся в Лондоне, а относительно испытаний пока еще ничего не ясно, тогда как в середине июня он, Камю, должен возвратиться в Париж и потому больше не имеет возможности ждать заседания парламента. И не может ли Мортон дать ему знать, когда король и академия должны будут вновь направить французскую комиссию в Лондон для участия в испытаниях?

Мортон, который, кажется, долгое время был председателем британской комиссии по испытаниям, на следующий день прислал ответ: «Я совершенно не причастен к любым приглашениям или повторным заверениям, которые, как вы утверждаете, вам были даны ... но в то же время, если мистер Гаррисон надумает надлежащим образом подчиниться требованиям комиссии, я со своей стороны буду очень рад, если вы, месье, вместе с господами Лаландом и Берту почтите нас своим присутствием при испытании его механизма...» Однако, продолжал Мортон, несмотря на то что парламент намеревается публично продемонстрировать механизм Гаррисона для всеобщего блага, сам Гаррисон не дает никаких обязательств обнародовать свой секрет; кроме того, возникло сомнение, позволит ли Гаррисон кому бы то ни было конкретно, не упомянутому в постановлении парламента, присутствовать при этом [54]. Французская делегация возвратилась в Париж с пустыми руками; а в скором времени Гаррисон принял решение не раскрывать пока своих секретов. И хотя ле Руа позднее заявил, что британское адмиралтейство пригласило французских экспертов в 1763 г. для освидетельствования изобретения Гаррисона [55], в официальных британских документах упоминаний об этом не найдено; судя же по письму Мортонa, каковы бы ни были в то время помыслы французского правительства, очевидно, что официального приглашения французам не посылалось.

В 1764 г. ле Руа изготовил во Франции другой морской хранитель времени, размером в два раза меньше предыдущего, а Берту тем временем сделал хронометры 2 и 3, показавшие в октябре 1764 г. в месячных испытаниях на корвете «Жирондель» очень посредственные результаты. В начале 1766 г. Берту опять посетил Англию. Говоря о том, что он изучил английский язык и разузнал обо всем, что касается изобретения Гаррисона, Берту пытался внушить французскому министру морского флота, что неплохо было бы нанести еще один визит в Англию для выяснения секретов часов Я4. Через Шорта Берту узнал, что Гаррисон пойдет навстречу, если ему пообещают 4 тыс. ф. ст. Министр смог предложить только сумму не более чем в 500 ф. ст. Гаррисон с презрением отверг предложенную сумму как «une si petite bagatelle» (Такой маленький пустяк (франц.). - Прим. перев) [56]. Берту все же получил некоторую информацию от часовщика Томаса Маджа, изобретателя рычажного спускового устройства, тоже ожидавшего окончательного раскрытия секретов Я4. Позднее Мадж предстал перед членами Совета для выяснения подробностей явного разглашения тайны,

которая, как оказалось, не имела большого значения для Берту, так как в дальнейшем он мало использовал изобретения Гаррисона.

В том же 1766 г. ле Руа представил королю Людовику XV свой шедевр-чудесный морской хранитель времени совершенно оригинальной конструкции, позднее ставший известным как хронометр «А» [от *ancienne* - первый (франц.)]. В следующем году хронометр «А» и новый хранитель времени «S» [от *seconde* - второй (франц.)] были подвергнуты испытанию на фрегате «Аврора», принадлежащем маркизу де Куртанво, вице-президенту Королевской Академии наук, и показали хорошие результаты. Но даже при таких результатах эти хранители времени не могли претендовать на королевский приз, обещанный «за нахождение лучшего способа измерения времени в море...» [57]. Однако уже в 1768 г. фрегат «Л'Энжуе» с астрономом Жаком Кассини на борту совершил путешествие длительностью в 161 день до о. Ньюфаундленд и обратно. Хранители «А» и «S», показавшие блестящие результаты, позволили ле Руа выиграть двойной королевский приз в 4 тыс. ливров (около 170 ф. ст.). Французская Академия решила вновь предложить двойной приз в 1773 г. и опять за определение лучшего способа измерения времени в открытом море.

Тем временем хронометры 6 и 8 Берту были проверены Флерье и Пингре на фрегате «Изида» в двенадцатимесячном плавании по Атлантике. Несмотря на то что испытание показало их посредственные качества, король выделил Берту, который, по всей видимости, был назначен изготовителем хронометров для военно-морского флота, жалование в 3 тыс. ливров (128 ф. ст.). Тогда же было решено, что хронометры ле Руа и Берту нужно испытать вместе, поэтому Верден де ла Кренн взял морские хранители времени «А», «S» ле Руа, часы 8, *1a petite ronde* (Маленький круг (франц.). - Прим. перев) Берту, а также два хронометра Арсандо и Биеста на борт фрегата «Мавр», отпльвшего из Бреста в октябре 1771 г. с астрономами Пингре и Мерсенс на борту. Путешествие к берегам Испании, острову Ньюфаундленд, в Арктику и Копенгаген продолжалось год. Хронометры «S» ле Руа и 8 Берту показали хорошие результаты. В 1773 г. двойной приз опять достался ле Руа, Берту уклонился от участия в соревновании в связи со своим официальным положением [58]. Эти события завершили период экспериментирования с хронометрами во Франции; с этого времени приборы хранения времени начинают регулярно использоваться в морских путешествиях, в частности Лаперуза, Д'Антрекасто, Бодена и других сопровождали в путешествиях хронометры Фердинанда Берту, его племянника Луи Берту и англичанина Джона Арнольда. Франция несколько позднее Британии приступила к изготовлению хронометров. Но качество этих приборов было очень высоким, и имена их изготовителей Абрахама Луи Бреге, его сына Луи и Анри Мотеля заслуживают особого упоминания.

Основание французского бюро долгот

7 мессидора, III г. (25 июня 1795 г.), народный представитель Грегуар (позднее епископ Блуа) предложил национальному Конвенту создать совет по долготе, подобный британскому.

8 весьма длинной речи он провозгласил, ссылаясь на Фемистокла, что владеющий морем обладает всем миром. Это практически и доказала Англия в войне 1761 г., став благодаря этому великой державой, тогда как, судя по всему, она должна была бы играть вторые роли на международной политической арене. Но, продолжал Грегуар, британская тирания должна быть сломлена. И не лучше ли всего воспользоваться для этого теми же средствами, которые использовала сама Англия? Британия поняла, что без астрономии не может быть ни коммерции, ни мореплавания, и поэтому не скупилась на невероятные затраты для развития астрономии. И именно своему Совету по долготе она обязана многим: он не только выплатил огромные суммы денег за открытия, но и издал «Морской альманах» - согласно общему мнению, по французскому образцу, - ставший руководством для моряков [59].

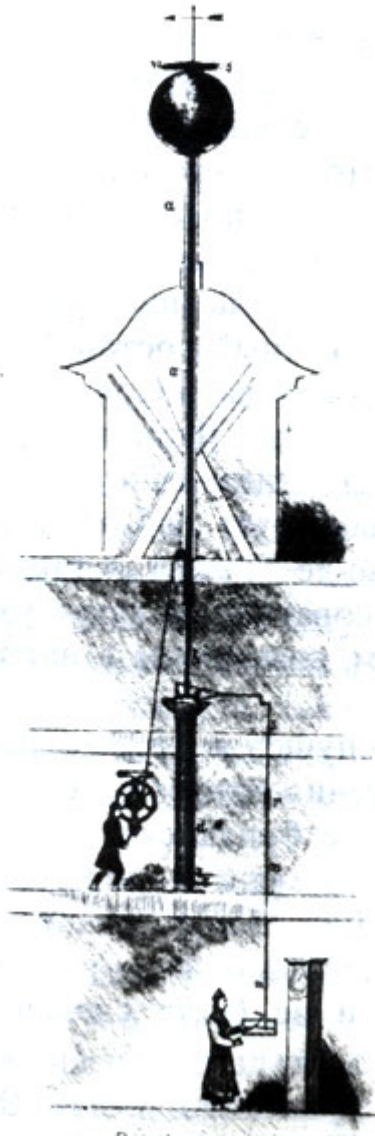
Грегуар предложил основать Бюро долгот наподобие британского, но меньших и более

управляемых масштабов, которое будет руководить деятельностью Парижской обсерватории и обсерватории Эколь Милитэр, а также следить за публикацией «Конесанс де Тампе», издававшегося тогда (как, впрочем, и сейчас) на пожертвования частных судовладельцев. В том же году Бюро было основано; членами-основателями его были известные математики и астрономы: Лагранж, Лаплас, Лаланд, Кассини, Мешен и Д'Аламбер, удалившиеся от дел навигаторы Борда и Бугенвиль, географ Буаше и изготовитель инструментов Кароше. Профессиональный и количественный состав Бюро был определен законом от 1795 г., который, благодаря красноречию Грегуара, был принят незамедлительно. Французское Бюро долгот существует до сих пор, являясь одним из ведущих научных учреждений Франции. Оно контролирует работу Парижской обсерватории и издание «Конесанс де Тампе», а также публикует «Эннюер» и является главным советником французского правительства по научным вопросам, связанным с навигацией и астрономией [60].

Британский Совет по долготам был распущен в 1828 г., поскольку было сочтено, что задача, для решения которой он был создан, выполнена. Тем не менее в докладе британских представителей на конференции по пояскому времени в море, состоявшейся в 1918 г., выражалось признание заслуг французского Бюро долгот и рекомендовалось восстановить британский Совет по долготам. Однако это так и не было сделано.

Сигнальные шары

Морской хранитель времени, если судить по его названию, предназначен для хранения времени в открытом море. Но для навигационных нужд необходимо, во-первых, знать время в пункте, откуда корабль отплывает и, во-вторых, периодически проверять ход хранителя времени-хронометра. На заре появления хронометров эти задачи решались посредством наблюдений Луны с берега или непосредственно с борта плывущего корабля (последние были недостаточно точны), наблюдений звезд с помощью секстанта и искусственного горизонта, а также путем сравнения корабельных часов с часами обсерватории, находящейся на берегу. Какой бы метод ни применялся, хронометр перемещать не рекомендовалось (это могло нарушить его ход); поэтому для проверки хронометра было необходимо либо пользоваться карманными переносными часами, либо дожидаться специального сигнала с берега, который можно было увидеть или услышать на борту корабля. В 20-х гг. XIX в. использовали несколько типов сигналов, подаваемых с берега для хронометрирования на кораблях, находящихся в гавани: спуск флага, пушечный выстрел, выключение прожектора, вспышка ракеты. Но все это были одноразовые сигналы, регулярных же сигналов времени тогда не существовало. Роберт Уошоп, капитан королевского военно-морского флота, кажется, первым предложил соорудить сигнальный шар; свой проект он направил британскому адмиралтейству в декабре 1824 г. [61]. Предложение Уошопа не сразу нашло должный отклик, но в 1833 г. морякам было разослано специальное извещение, в котором говорилось, что ежедневно со шпиля восточной башни Королевской обсерватории в Гринвиче, ровно в 13 ч по среднему солнечному времени будет падать шар, по которому и следует проверять время [62]. В полдень астрономы могли быть заняты определением времени, и поэтому для передачи сигнала был выбран 1 ч дня. Механизм, приводящий шар в действие, был сконструирован в 1833 г. Модели и Филдом и обошелся в 180 ф. ст.; этот механизм сохранился практически в том же виде по сей день, за исключением того, что в 1852 г. момент падения шара стал контролироваться с помощью электрического сигнала от основных часов (см. следующую главу), а с 1960 г. начало действовать устройство для автоматического подъема шара [63]. В 1834 г. подобный шар был сооружен Ост-Индской компанией на о. Св. Елены, а вскоре появились и другие сигнальные шары.



22. *Гринвичский сигнальный шар, 1833 г. Показано, как шар поднимался ежедневно в 12.58 на верхушку шеста и освобождался от опоры ассистентом, стоящим перед часами, в 13.00. Рисунок из 'Иллюстрированного лондонского альманаха' за 1845 г., с.28. (Национальный морской музей.)*

Гринвичский сигнальный шар - по существу первый в мире общедоступный сигнал времени-не только указывал время судам, находящимся на Темзе и в доках, но и служил поначалу «часами» для всех, кто только мог его разглядеть, в том числе и для большинства лондонцев.

4. Гринвичское время для Великобритании: 1825-1880 гг.

Время для гражданских целей

До сих пор мы рассматривали время с точки зрения двух совершенно определенных и специфических классов его «потребителей» - астрономов и навигаторов. В этой главе мы остановимся на роли времени в жизни обычного человека, т. е. на так называемом гражданском времени. С древнейших времен человек, подобно животным и растениям,

регулировал свою жизнедеятельность по Солнцу, подчиняясь ежедневной смене дня и ночи и годичным чередованиям зимы и лета. Именно ежедневное чередование света и темноты послужило первым регулятором жизненной активности человека, определяя часы его работы и отдыха.

Поначалу простейшее подразделение на ночь и день было вполне достаточным для измерения периодов короче месяца. Для выражения периода в двадцать четыре часа некоторые цивилизации, как и мы сегодня, употребляли слово день, другие - использовали слово ночи?, (как это делали евреи и арабы). Но вскоре это примитивное деление оказалось недостаточным, и люди стали делить сутки на часы; в одних случаях, как мы ужр видели, это были неравные часы, основанные на продолжительности светового дня и темной части суток, в других - равные часы, на которые делились сутки целиком - от восхода до восхода Солнца или от его захода до захода, либо от середины дня до середины следующего дня, от середины ночи до середины следующей ночи [1]. Позднее возникла необходимость в еще более мелком делении, сначала на полчаса и четверти часа, а потом и на минуты и секунды.

Простейшие солнечные часы состояли из вертикального стержня или прута, гномона, при помощи которого можно было измерять неравные часы. Затем были придуманы солнечные часы, позволяющие измерять равные часы; им пользовались в Афинах со времен Перикла. Но, как мы уже отмечали, солнечное время имеет «недостатки», что становилось все более очевидным по мере совершенствования часовых механизмов. Вследствие того что орбита, по которой Земля движется вокруг Солнца, не является окружностью, а ось Земли имеет наклон (из-за чего на Земле происходит смена времен года), время, показываемое гномоном, - истинное солнечное время - не является равномерным: отклонение продолжительности суток от их среднего значения на протяжении года может достигать 16 мин. Эта разница может быть получена для любого дня года из так называемого уравнения времени.

Эта неравномерность солнечного движения по эклипке (нам кажется, что в одни сезоны Солнце перемещается быстрее, чем в другие) была известна с V в. до н.э.; тогда же при помощи гномона было обнаружено, что точки равноденствий и солнцестояний делят год на четыре равные части. Обычному человеку неравномерность солнечного времени не причиняла больших неудобств. Вплоть до XVIII в. часами (в пределах своей точности показывающими среднее солнечное время) пользовались преимущественно лишь богатые люди, но в любом случае из-за неточного хода часов различия между показаниями механических и солнечных часов были не столь очевидными. Однако к концу XVIII в. механические часы получают повсеместное распространение, и их конструкция чрезвычайно совершенствуется. Различные государства постепенно начинают пользоваться средним временем, предпочитая его истинному: в Женеве оно вводится с 1780 г., в Лондоне с 1792 г., в Берлине с 1810 г., в Париже с 1816 г. Араго рассказывает о том, как перед этим нововведением парижский префект потребовал от Бюро долгот (предложившего произвести эти изменения) гарантий, что подобное мероприятие не вызовет беспорядков в городе, поскольку народ, возможно, будет обеспокоен тем, что в дальнейшем полдень не всегда будет совпадать с серединой дня, и усомнится, не скрыто ли здесь какое-то противоречие? Однако нововведение прошло почти без всяких осложнений [2]. Но, исключая специальные цели, время по-прежнему оставалось местным временем, которое основывалось на меридиане данного конкретного пункта. Поэтому каждое государство имело свое время - более того, например, местное время Лондона и Плимута отличалось на 16 мин; это не вызывало больших неудобств, так как путешественников в те годы было еще очень мало, и скорость передвижения была достаточно низка.

Распространение времени «вручную»

Однако начиная с 1825 г. появление железных дорог привело к новой ситуации. В связи с тем что в стране не существовало единой системы стандартного времени, на железных

дорогах возникли большие трудности. Впрочем, это неудобство давало себя знать и раньше, по крайней мере при поездках по стране. В 1782 г. Джон Палмер, директор театра в Бате, первым в Англии предложил, чтобы почтовые кареты курсировали точно по расписанию. Начало этому нововведению было положено в 1784 г., но до 1792 г. почтовые кареты курсировали только между Лондоном и Безантом. Кроме почты Его Величества они могли везти лишь пять пассажиров - четырех внутри кареты и одного снаружи. Кучер и кондуктор являлись служащими почтового управления, оба носили униформу. Кондуктор отвечал не только за доставку почты, но и должен был следить за расписанием движения кареты. При себе он имел огнестрельное оружие и часы, которые, как отмечалось, «спешили на 15 мин за 24 ч и поэтому, когда поездка совершалась в восточном направлении, они, возможно, показывали истинное время. При путешествии же в противоположном направлении производились соответствующие расчеты» [3]. Традиция почтовых карет-а именно то, что человек, ответственный за точность движения, должен иметь при себе часы, - сохранилась и на железной дороге, но без соответствующих расчетов, учитывающих ход часов при движении на восток или на запад.



23. Часы железнодорожного кондуктора девятнадцатого столетия. (Национальный железнодорожный музей, Йорк.)

Отсутствие какой-либо системы единого времени было неудобно и астрономам. Знаменитый Джон Гершель предложил понятие равноденственного времени, которое было впервые описано в приложении к «Морскому альманаху» в 1828 г. Оно основывалось на равноденственном годе, который, по определению Дж. Гершеля, начинался в момент весеннего равноденствия (когда на экваторе Солнце находится в зените, при этом ежегодно 21 марта должны бьши добавляться или вычитаться сутки). Равноденственное время, хотя и имело шкалу астрономического происхождения, не зависело от земной долготы. Это время предшествовало эфемеридному времени, введенному под влиянием аналогичных причин в 1952 г. Само по себе равноденственное время, очевидно, использовалось редко, и в 1876 г. «Морской альманах» прекратил публикацию данных, с помощью которых его можно было вычислять.

Период 1820-1850 гг. ознаменовался бурным развитием техники, постепенно изменившим отношение человека ко времени и его хранению: 1825 г. - первый пассажирский поезд, 1827 г. - первое путешествие через Атлантику на пароходе,

1836 г. - первый электрический телеграфный аппарат Уитстона, 1837 г. - передача почтовых сообщений по проводам, 1839 г. - железнодорожное расписание Брэдшоу, 1841 г. - электрические часы Бейна, 1843 г. - первый общественный телеграф (протянувшийся вдоль

западной железнодорожной линии от Паддингтона до Слау). К 1840 г. существовало по крайней мере три типа организаций, работа которых критическим образом зависела от времени: почтовое ведомство, железные дороги и телеграфные компании.

К счастью, когда потребность в стандартном времени стала насущной необходимостью, нашелся и способ решения этой проблемы и, по крайней мере в Англии, человек, сумевший использовать этот способ. Таким способом оказался «гальванизм» (как тогда называли электричество); человеком же, взявшим на вооружение только что изобретенные электрические часы и электрический телеграф, был Джордж Эри (1801-1892), седьмой королевский астроном, один из немногих ученых Англии, находившихся тогда на государственной службе. Но сначала для передачи времени использовались другие средства. Мы уже упоминали о сигнальном шаре, установленном в Гринвиче в 1833 г., а в 1836 г., когда была открыта железнодорожная связь между Лондоном и Гринвичем, один из ассистентов Гринвичской обсерватории, Джон Генри Бельвиль, стал еженедельно проверять главный хронометр Лондона по своему карманному хронометру, показывающему гринвичское время.



24. Мисс Рут Бельвиль (Королевское астрономическое общество.)

Джон Понд (1767-1836), заменивший в 1811 г. Маскелайна на посту директора Гринвичской обсерватории, рассказывал, что Бельвиль был сыном овдовевшей француженки, которая после казни мужа - участника Французской революции, переехала в Англию. Джон Генри Бельвиль родился в Бате в 1796 г., вскоре после прибытия мадам Бельвиль в Англию. Когда ему исполнилось пять лет, его мать скончалась. Понд усыновил мальчика; позднее он отправил его учиться в Кембридж, а затем назначил вторым ассистентом Гринвичской обсерватории, где тот стал известен уже под именем Джон Генри (фамилия Бельвиль была отброшена). Когда в 1835 г. Эри занял место Понда, Генри продолжал работать в обсерватории в качестве главного ассистента вплоть до самой смерти в 1856 г., непрерывно заботясь о меридианном круге и хронометрах. Эри воздал ему должное в годовом отчете, заявив, что это «последний, кто остался из штата Понда, и один из наиболее верных и ревностных моих помощников» [4], что в устах Эри звучало поистине величайшей похвалой.

После смерти Генри его работу по передаче времени до 1892 г. продолжала его жена, а затем их дочь Рут Бельвиль, которая исполняла эти обязанности до 1930-х гг. В последние годы «леди гринвичского времени» обходила от сорока до пятидесяти мест, проверяя там раз

в неделю городские часы по своему хронометру работы Арнольда, выверенному по гринвичскому времени. Она посещала Гринвичскую обсерваторию каждый понедельник утром: к этому времени ее хронометр был уже проверен и указаны погрешности его хода. Столь же широко применялся для целей проверки времени громоздкий серебряный карманный хронометр 485/78, изготовленный Джоном Арнольдом для одного из сыновей Георга III. Сейчас этот хронометр находится в коллекции Уоршипфулской компании часовых мастеров, которой его завещала мисс Рут Бельвиль, умершая в возрасте 90 лет 7 декабря 1943 г.

Время почтового управления и железнодорожное время

В 1840 г. Бэзил Холл (1788-1844), капитан британского военно-морского флота, исследователь и уполномоченный Совета по долготе, в письме к Роланду Хиллу (1795-1879), создателю денежной почтовой системы, бывшему в то время служащим казначейства, предложил устанавливать все почтовые часы по лондонскому времени.

Он предложил регулировать почтовые часы в королевстве по времени, передаваемому из Лондона почтовыми каретами. Нет сомнения, что вскоре все городские часы и, очевидно, все часы частных лиц должны идти одинаково, чтобы только один вид времени господствовал по всей стране и стрелки всех часов в каждый определенный момент абсолютного времени показывали один и тот же час и минуту [5].

Так, в одном из первых номеров за 1842 г. газеты «Иллюстрейтид Лондон ньюс» появилась статья под заголовком «Важно для железнодорожных путешественников. Единообразие часов по всей Великобритании», в которой сообщалось о беседе представителя Бирмингемского института философии с Абрахамом Фоллетом Ослером (1808-1903), известным бирмингемским метеорологом и бизнесменом, чьи анемометр и плювиометр (приборы, измеряющие скорость и направление ветра и количество осадков) были установлены в Гринвиче в 1841 г.

Фактически именно почтовое ведомство, а не железнодорожные компании форсировало создание системы единого времени. В ноябре 1840 г. Западная железная дорога постановила ввести на всех станциях и во всех расписаниях лондонское время [6]; в ближайшие несколько лет этому примеру последовали другие железные дороги, в частности Центральная и Юго-восточная. В 1845 г. Ливерпульско-Манчестерская железнодорожная компания просила парламент разрешить ей использовать «единое время для всех обычных и коммерческих целей повсеместно» [7]. Эта просьба не была удовлетворена, но в январе 1846 г. только что построенная Северо-западная железная дорога ввела лондонское время на направлениях Манчестера и Ливерпуля. В ноябре того же года Брюйерс, главный управляющий этой дороги в Истоне, получил сообщение об опоздании поезда вследствие того, что на линии Регби-Йорк (Центральная железная дорога) было установлено лондонское время, тогда как на станции Регби (Северо-западная железная дорога) по-прежнему пользовались местным временем; сообщение заканчивалось вопросом: нельзя ли изменить время по всей Северо-западной железной дороге на лондонское?

В 1847 г. Генри Бут, секретарь Ливерпульско-Манчестерской железнодорожной компании, опубликовал в печати обращение к Эдварду Страту, председателю комиссии железных дорог, с просьбой посодействовать решению этого вопроса в правительстве. Бут писал, что почтовое ведомство уже приняло предложение Бэзила Холла «... все их передвижения регулировать по «лондонскому времени». Таким образом было согласовано действие большой системы сообщений из одного конца королевства в другой; неуловимая прежде долгота тысяч городских почт теперь подчинена бою столичного колокола св. Мартина» [9]. Бут отмечал неудобства, которые возникали в связи с тем, что население придерживалось времени, отличающегося от принятого на железных дорогах и телеграфах: опоздания на поезда; расписание Брэдшоу, составленное в соответствии с местным временем, вследствие чего путешествие с востока на запад страны оказывалось более

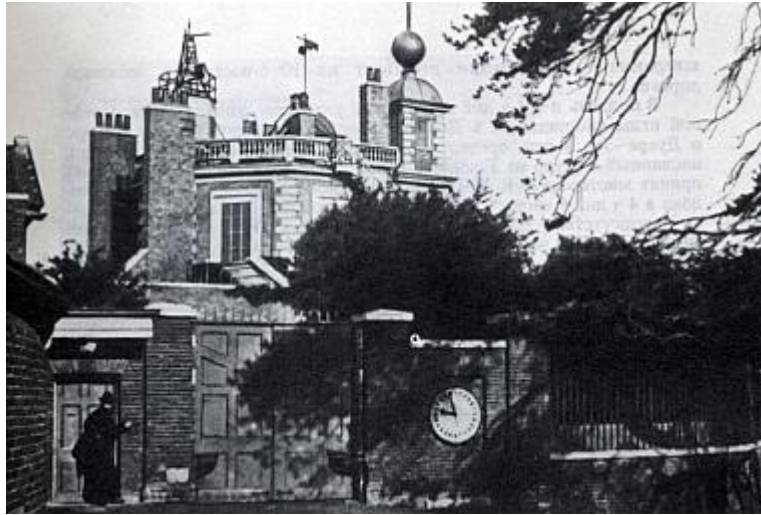
кратковременным, чем в обратном направлении; почта, отправленная из Холихеда в среду в полночь по местному времени, по лондонскому времени оказывалась отправленной утром в четверг; новость о ребенке, родившемся в Лондоне рано утром в субботу, могли получить в Дублине по телеграфу в пятницу ночью и т. д. Бут спрашивал, когда и какие предложения по созданию системы единого времени будут узаконены парламентским актом начиная с 1848 г., и скептически добавлял: «Я вовсе не уверен, что рекомендуемые изменения не встретят оппозиции со стороны королевского астронома или гидрографического ведомства» [10]. Так и случилось: только через тридцать лет были приняты соответствующие правительственные постановления.

Железнодорожные компании, однако, шли в решении этого вопроса своим путем. 22 сентября 1847 г. железнодорожная расчетная палата (организация, основанная в 1842 г. для координирования работы железных дорог Великобритании) решила «рекомендовать каждой компании применять на своих железнодорожных станциях гринвичское время, как только это позволит сделать почтовое ведомство» [11]. [Разница во времени между Лондоном (собор св. Павла) и Гринвичем составляла 23 с.] 1 декабря 1847 г. Лондонская, Северо-западная и только что построенная Каледонская железные дороги начали применять лондонское время «в соответствии с инструкциями, полученными от почтового управления» [12]. По-видимому, в то же время подобное решение приняли и другие железные дороги Британии, так как в «Железнодорожном путеводителе Бред-шоу» за январь 1848 г. было указано, что Лондонско-Юго-западная, Лондонско-Северо-западная, Центральная, Честерско-Беркенхедская, Ланкастерско-Карлайлская, Восточно-Ланкаширская и Йоркско-Северо-центральная железные дороги перешли на гринвичское время. Из других источников известно, что так же поступили Большая западная, Юго-восточная и Каледонская железные дороги. В 1898 г. на страницах «Иллюстрейтид Лондон ньюс» было выражено осуждение в адрес администрации Честерско-Холихедской железной дороги, поскольку она приказала «контролировать часы на всех станциях по знаменитой пушке «Крэйг-и-Дон», стреляющей позднее гринвичского времени на 16 мин 30 с, что не может не причинять огромных неудобств путешественникам» [13]. Однако ирландская почта начиная с 1848 г. прибывала из Лондона в Холихед по лондонскому времени. Каждое утро курьер адмиралтейства приносил часы, выверенные по лондонскому времени, и вручал их почтовому кондуктору, отправлявшемуся в Истон, сохраняя, таким образом, старую традицию почтовых карет. По прибытии в Холихед часы вручались официальному лицу, перевозившему их в Дублин на кингстонском корабле. Затем часы доставляли опять в Лондон, где передавали курьеру адмиралтейства, встречавшему поезд [14]. И так продолжалось вплоть до 1939 г.

Начало гринвичской службы времени

Каковы бы ни были личные взгляды королевского астронома на вопрос, должен ли определенный пункт иметь свое местное или гринвичское время, он начиная с 1850 г. неоднократно настаивал на том, что первой обязанностью национальной (Гринвичской) обсерватории является обеспечение гринвичским временем всех, кто в нем нуждается.

Дело продвигалось медленно, но 1851 г. принес два значительных новшества. На выставке в лондонском Гайд-парке общественные часы шли, хотя и не очень точно, при помощи электричества (патент на их изобретение был выдан в 1849 г. Чарльзу Шеперду, проживавшему по Лейденхолл-стрит, 53). Вторым новшеством была прокладка подводного телеграфного кабеля от Дувра до Кале, законченная 25 сентября 1851 г. Новость об этом событии достигла ученых, собравшихся на выставке в Гайд-парке [15]. Прокладка кабеля побудила Эри более интенсивно добиваться создания «гальванической» связи с Юго-западной железной дорогой. Если непосредственно связать по телеграфу Гринвичскую и Парижскую обсерватории, говорил он, то появится возможность очень точно определить разность их долгот, поскольку тогда парижские наблюдения можно будет регистрировать в Гринвиче и наоборот.



25. *Гринвичская обсерватория, примерно 1870 г. Виден сигнальный шар и часы с 24-часовым циферблатом, идущие под действием электрического тока, - оба устройства управлялись 'моторными часами' Шеперд а. На часах - без нескольких минут 19ч по астрономическому исчислению, что соответствует 7 ч утра по гражданскому исчислению. (Национальный морской музей.)*

Вкратце план Эри был таков: электрические часы, установленные в обсерватории, должны каждую секунду выдавать электрический импульс, заставляя таким образом работать «вторичные» часы (см. приложение III) в обсерватории и других местах, и один раз в час - импульс для передачи сигналов времени по телеграфным линиям от обсерватории к станции Люисхем, а оттуда по обычным железнодорожным линиям к станции Лондон-Бридж. Дальше сигналы времени могут передаваться по телеграфным линиям Юго-восточной железной дороги, а также на центральную телеграфную станцию компании «Электрик телеграф» (ЭТ), находящуюся в лондонском Сити, для дальнейшего распространения по всей стране - другим железным дорогам, почтам, городским часам, а также по подводному кабелю - на континент. В течение одной минуты каждый час телеграфные линии, идущие из Лондона, должны передавать сигналы времени; остальное же время они должны использовать для телеграфных сообщений. Непосредственно перед подачей сигнала времени через станцию Лондон-Бридж и компанию ЭТ Гринвич должен быть подключен для связи, скажем, с Эдинбургом и Плимутом. Часы в Гринвиче (называемые сначала нормальными, или моторными, часами, а позднее - эталонными часами среднего солнечного времени) могли устанавливаться при помощи электрического тока. Сигнал времени представлял собой простой электрический импульс; он мог вовремя заставить звонить колокольчик, сбросить сигнальный шар, заставить выстрелить пушку, отклонить стрелку гальванометра, замкнуть реле, включить свет или даже точно установить показания других часов. И все это благодаря чудесам электричества - совершенно автоматически.

В сентябре 1851 г. Эри всерьез занялся претворением своих планов в жизнь. Не прошло и месяца, как он написал своему абоненту-Парижской обсерватории; 19 сентября он подготовил проект соглашения с Юго-восточной железной дорогой;

6 октября он начал формальные переговоры с компанией ЭТ;

7 октября - обратился к Шеперду с просьбой изготовить подходящие для этих целей часы; 26 октября - просил у адмиралтейства средств (350 ф. ст. или даже меньше). Шеперд ответил довольно быстро; он прислал Эри описание и смету (40 ф. ст.) на изготовление главных часов, аппаратуры, автоматически управляющей падением сигнального шара в Гринвиче и установкой вторичных часов (по 9 ф.ст. за каждое устройство). 18 декабря

адмиралтейство выделило необходимую сумму денег, а 19 декабря Эри послал официальный заказ Шеперду на «одни автоматические часы (с циферблатом и рабочим механизмом), как описано в вашем письме от 18 октября. Одни часы с большим циферблатом, устанавливаемым у входа в обсерваторию для обозрения публики, и трое маленьких часов; все устройства должны приводиться в движение автоматическими часами». Телеграфная линия к станции Люисхэм была проложена к 17 февраля 1852 г., 4 июня были установлены часы Шеперда, а 16 июля сигнальный шар впервые был приведен в действие электрическим током. К 2 августа главные часы уже шли и приводили в движение вторичные часы, установленные в хронометрической лаборатории, вычислительной лаборатории и в жилом доме (Флемстидхаузе, который стал теперь резиденцией Эри). Часы на воротах обсерватории начали ходить с 14 августа; специальное импульсное устройство заставляло падать шар ежедневно в час дня [16]. В августе все было готово для широкого распространения гринвичского времени. 23 августа газета «Тайме» писала:

Система автоматической передачи истинного гринвичского времени от Королевской обсерватории при помощи электрического телеграфа, которая уже описывалась в «Тайме» [11 февраля 1852 г.], теперь завершена и практически действует на Юго-восточной железной дороге.

В полдень и в 4 ч дня сигнальный удар или отклонение телеграфной иглы наблюдается в Лондоне, Тонбридже, Ашфорде, Фолкстоне и Дувре - это и есть среднее гринвичское время. Первый раз сигнал, посланный в Дувр из Гринвича через Лондон, был экспериментально принят мистером К. В. Уокером в классной комнате на окраине Лондона в 4 ч дня 5 августа. В 11 ч 9 августа сигнал был принят в Лондоне в присутствии доктора О'Шогнесси из Калькутты, а полуденный сигнал - в тот же день в присутствии мистера Герберта, секретаря Юго-восточной железнодорожной компании... [17].

В письме к Эри от 20 августа Уокер писал, что на дуврской линии - Лондон, Редхилл, Тонбридж, Ашфорд, Фолкстон и Дувр - сигналы времени должны приниматься в полдень и в 4 ч дня ежедневно. На Северо-кентской дороге - Лондон, Люисхэм, Блэкхут, Вулвич, Эрит, Грэвзэнд и Струд-сигналы должны приниматься в 2 ч дня. Остальные ежечасные сигналы (их было 21) должны быть предоставлены компании ЭТ в Лотбюри для приведения в действие сигнального шара, установленного на Стрэнде (см. ниже), и для распространения по всем остальным железным дорогам королевства. Кроме ежечасных сигналов часы Шеперда из Гринвича посылали ежесекундные импульсы, приводящие в движение вторичные часы на станции Лондон-Бридж, которые в свою очередь автоматически производили различные операции переключения для передачи ежечасных сигналов времени.

Методика работы королевской обсерватории

Система распределения времени, введенная Эри в обсерватории, в сущности, была такова:

1. *Определение времени* посредством астрономических наблюдений с помощью меридианного круга так называемых часовых звезд (см. приложение II) по возможности каждую ночь, если позволяет погода.

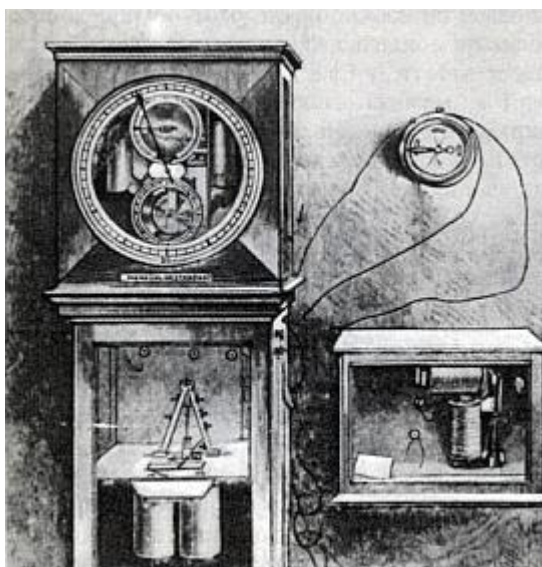
2. *Корректирование показаний эталонных часов* по времени, установленному путем наблюдений или расчетов (при облачной погоде), ежедневно, непосредственно перед передачей проверочных сигналов времени, в 10 ч утра (13 ч по воскресеньям).

3. *Передача сигналов времени* каждый час.

4. *Повторение всей процедуры* на следующий день. Несмотря на то что впоследствии появились новые часы, а на смену телеграфу пришло радио, система Эри, введенная в 1852 г. и основанная на том, что вращающаяся Земля может служить фундаментальным хранителем времени, оставалась почти неизменной вплоть до появления атомных часов в 60-х гг. нашего столетия.

Распространение сигналов времени по всей стране

В те годы, когда служба времени только начинала свою работу, все сигналы времени проходили через коммутатор станции Лондон-Бридж Юго-восточной железной дороги, а оттуда уже посылались (но только не в моменты, когда они были необходимы самой дороге) на Центральную телеграфную станцию в Лотбюри в лондонском Сити для распределения по другим железным дорогам, почтам и т.д. Когда в 1859 г. подземные кабели, идущие от обсерватории в Льюисхэм, вышли из строя, были протянуты воздушные линии прямо к Лотбюри (и далее к управлению компании «Лондон дистрикт телеграф»); поэтому теперь сигналы телеграфных компаний уже более не проходили через Лондон-Бридж. Но от станции Гринвич шла также линия в Лондон-Бридж для подачи 13-часового сигнала в Дил на шар (см. выше), 14- и 20-часовых сигналов в Британский часовой институт (хронометристам) и для Юго-восточной железной дороги в остальное время [18]. От Лондона до отдаленных станций сигналы времени передавались по телеграфным проводам, используемым для передачи обычных сообщений; поэтому приходилось на несколько минут освобождать линии для передачи сигналов времени (основные из которых посылались в 10 и в 13 ч), чтобы сигнал от часов Шепер-да в Гринвиче мог попасть, скажем, в Глазго точно в 10 ч. Сначала необходимые переключения, причем не контролируемые из Лондона, производились в Лотбюри при помощи часов, подобных тем, которые находились на станции Лондон-Бридж, но в 1864 г. Кромвелл Ф. Уорли, электрик компании «Электрик энд Интернэшнл телеграф» (ЭИТ), разработал устройство для автоматического переключения. Приводимый в действие точными маятниковыми часами и обладающий механической корректировкой «хронофер» (от *χρονος* - время, *φέρω* - я несу) устанавливал прямую связь с Гринвичем за 2 мин 50 с до передачи сигнала точного времени, а затем через 1 мин 20 с отключал Гринвич. Первый хронофер имел две цепи, одна из которых обслуживала станции в Лондоне, а другая - провинциальные станции. В 1864 г. часовые сигналы времени лондонской цепи поступали к часам и шести звонкам, находящимся в здании Центрального телеграфа, сигнальным шарам в районах лондонского Стрэнда и обсерватории в Сити, часам Главного почтового управления, почте на Ломбард-стрит, часам Дента, хронометристам Стрэнда и часам Биг Бен Вестминстерского аббатства. Другая цепь ежедневно посылала сигналы телеграфным конторам в Манчестере, Ливерпуле, Бирмингеме, Глазго, Бристоле, Портсмуте, Бате, Кардиффе, Бригтоне, Гулле, Дерби и Лоустофте, королевской резиденции в Сэндрингеме, а также Лондонской, Чатамской и Дуврской железным дорогам [19]. После того как в 1874 г. Центральный телеграф переехал в новое помещение, телеграфы были взяты под контроль Главного почтового управления; к этой системе был подключен второй, усовершенствованный, хронофер.



26. Средние солнечные эталонные часы и аппаратура для падения сигнального шара, изготовленные Шепердом; из 'Де Грэфик', 8 августа 1885 г. (Национальный морской музей.)

Сигнальный шар «электрик телеграф компани»

В 1852 г. западное отделение компании «Электрик телеграф» (Вест-Стрэнд, 448) располагалось в построенном Джоном Нэшем здании (фасад его сохранился до наших дней), на крыше которого размещались две башни, по форме напоминающие «перечницы». 27 февраля Эдвин Кларк, главный инженер компании, писал Эри о том, что он замыслил установить на одной из «перечниц» сигнальный шар, который должен падать ежедневно в 13 ч под действием электрического сигнала, поступающего от гринвичских часов. После того как в июне сигнальный шар был установлен, газета «Тайме» писала, что он «под действием электричества ежедневно падает одновременно с хорошо известным шаром, расположенным на крыше Гринвичской обсерватории, которую электрические провода связывают со Стрэндом, благодаря чему точное гринвичское время становится известным всему Лондону и судам, находящимся [на реке] ниже моста» [20]. Шар диаметром 5 фут, изготовленный из цинка, был покрашен в черный цвет, по которому шли широкие белые полосы, на шпилье шара был укреплен флюгер с надписью «ЕТС» (сокращение от Electrical Telegraph Company), его стоимость составляла 1 тыс. ф. ст. 28 августа шар был приведен в действие. «Собираются толпы народа, а изготовители хронометров воспринимают его [шар] как великий подарок» [21]. Однако не обошлось и без неприятностей. Так, 29 августа на глазах у огромной толпы шар упал на 28 с позже, а 1 ноября - на 1,5 мин раньше. Вследствие различных технических трудностей сигнальный шар так и не выполнил возложенных на него функций, и через несколько лет им перестали пользоваться.



27. Сигнальный шар в Корнхилле (Лондон), 1860 г. Почтовый знак Дж. Фрэнча, изготовителя хронометров. (Королевское астрономическое общество.) 28. Однострелочный телеграфный прибор, широко используемый в XIX в. для посылки и приема сигналов времени; из 'Иллюстрейтид Лондон ньюс', 28 ноября 1874г. (Национальный морской музей.)

Эталонный сигнальный шар

В письме к Эри от 12 января 1852 г. Уокер писал: «Не могли ли бы Вы с помощью ваших гринвичских часов заставить падать шар в Дувре? Вероятно, это возможно и было бы полезно» [22]. 13 апреля капитан Томас Бэлдок предложил адмиралтейству установить на одном из маяков, расположенных на южных мысах, сигнальный шар, падающий

автоматически при помощи электрического тока. Такое устройство позволило бы кораблям, стоящим в ожидании благоприятной погоды на якоре, проверять перед отплытием свои хронометры [23].

Было решено, что шар должен быть установлен в старой верфи Дила. 12 ноября 1853 г. Эри заказал Шеперду электрические часы и аппаратуру для сигнального шара (за 21 ф.ст.). А 1 января 1855 г. в 13 ч шар был приведен в действие электрическим сигналом, поступившим из Гринвича. Это устройство продолжало работать вплоть до 1927 г. При этом из Дила в Гринвич поступал ответный сигнал, указывающий, произошло ли падение шара вовремя или нет. Спустя какое-то время в дуврском замке была установлена сигнальная пушка, стреляющая также по сигналу из Гринвича.



29. *Лаборатория с хроноферами на Центральном телеграфе, Главное почтовое управление, св. Мартинле-Гранд, 1874 г. Старый хронофер находится сзади изображенного здесь человека, новый - слева от него; из 'Иллюстрейтид Лондон ньюс', 19 декабря 1874г. (Национальный морской музей.)*

В приветственном послании, направленном в 1865 г. Британскому институту времени, Эри писал:

Трудно описать точно, как возникла система сигналов времени - отчасти в беседах, отчасти иными путями, но, безусловно, ее созданием мы обязаны в основном Уокеру, Эдвину Кларку, Латимеру Кларку, а впоследствии Уорли.

Система сигнальных шаров была предложена не мной, хотя я и положил много труда на то, чтобы сделать ее работоспособной. Я действительно считал очень важной обязанностью национальной обсерватории заботу о практической помощи в деле распространения точного времени, которое в наши дни является предметом особой важности.

Практический результат действия этой системы, по-видимому, хорошо знаком всем, кто путешествовал за границей. На английских железных дорогах мы всегда можем узнать точное время, чего нельзя сказать о железных дорогах Франции и Германии, где часы зачастую идут со значительными ошибками.



30. Сигнальный шар в Стрэнде (Лондон); из 'Иллюстрейтид Лондон ньюс', 11 сентября 1852 г. (Национальный морской музей.)

Первые усовершенствования системы распределения времени

Достижения Гринвичской службы времени в первые двадцать лет ее существования слишком многочисленны, чтобы попытаться описать их подробно. Поэтому мы просто коротко перечислим их [24]:

1852 г. В Гринвиче был установлен хронограф Эри, автоматически регистрирующий секундные импульсы (позднее-двухсекундные) от эталонных часов звездного времени на той же бумажной ленте, где фиксируется точное время астрономических наблюдений на меридианном круге. Полностью это устройство было введено в работу в 1854г. V-

1855 г. Четыре экземпляра часов лондонских почт регулировались сигналами из Гринвича и посылали ответные сигналы для проведения коррекций. В 1868 г. Эри заявил: «На протяжении нескольких лет я приводил в порядок аппаратуру часов почтового отделения на Ломбард-стрит, благодаря которой ежедневно в полдень гальванический [электрический] сигнал, поступающий из обсерватории, воздействует на секундную стрелку главных часов и устанавливает ее, если это необходимо, на 0 с. Эта аппаратура долгое время действовала без неполадок» [25]. 1855 г. (июль). Объединение компаний «Электрик телеграф» (1846 г.) и «Интернэшнл телеграф» (1852 г.) с образованием компании «Электрик энд Интернэшнл телеграф» («ЭИТ»).

1856-1857 гг. Сигнальные шары, регулируемые сигналами из Гринвича, установлены на зданиях компаний «ЭИТ» в Ливерпуле и Фрэнче (позднее Беннета); эти же сигналы поступают на часы и к часовщикам, а также в Корнхилл (обсерватория) в лондонском Сити; они же заставляют падать шары в Гринвиче, Стрэнде, Корнхилле, Диле и Ливерпуле.

1859 г. Прокладка подземных телеграфных линий от Гринвичской обсерватории до Люисхэма потерпела неудачу. Было протянуто шесть воздушных линий до Гринвичской

станции.

1860 г. В Гринвичской обсерватории установлен дисковый коммутатор, позволяющий контролировать из одного места все действия, связанные с распределением времени.

1860 г. Центральная телеграфная станция компании «ЭИТ» переехала в Лотбюри на Телеграф-стрит.

1861 г. В Эдинбургском замке установлена сигнальная пушка, управляемая из Эдинбургской обсерватории. На холме Калтон действует сигнальный шар.

1862 г. На здании Вестминстерского аббатства установлены большие часы (Биг Бен). Гринвич посылает ежечасные сигналы времени и дважды в день получает ответные сигналы.

1862 г. Компания «Лондон дистрикт телеграф» («ЛДТ», основанная в 1859 г.) получила сигналы времени из Гринвича для распределения их в Лондоне, в частности изготовителям хронометров и ювелирам.

1863 г. Сигнальные пушки, установленные в Ньюкасле и в Северном Шилдсе, стреляют в 13 ч под действием электрических сигналов, поступающих из Гринвича через посредство компании «ЭИТ».

1865 г. В новом здании Центрального телеграфа на Телеграф-стрит в лондонском Сити установлен первый хронофер Уорли.

К **1865** г. Часы, установленные на фабрике Уоррен де ла Рю в Банхилл-роу, Лондон, «... увеличивают годовой доход фирмы на 300 ф. ст. (не считая экономии угля и газа) в результате наличия точного времени и вследствие точного выхода рабочих на работу. Этот доход мог бы позволить дать рабочим дополнительные привилегии, например ввести выходные дни» [26].

1865 г. (28 января) и 1866г. (И января). Из-за снежных буранов повреждены все воздушные линии, идущие от Гринвичской обсерватории.

1866-1867 гг. Проложены подземные телеграфные линии от обсерватории к Гринвичской железнодорожной станции.

1870 г. (1 января). Все телеграфные компании переданы в ведение Главного почтового управления; сигналы времени, ранее передаваемые этими компаниями, отныне также подчинены этому управлению.

1872 г. (29 июля). Почтовое управление издало циркуляр, подтверждающий, что гринвичское время применяется на всех почтах.

1874 г. (январь). В Центральном телеграфе, переведенном с Телеграф-стрит в новое помещение, для передачи 10-часового сигнала в шестидесяти различных направлениях установлен более совершенный хронофер; старый хроно-фер используется для передачи сигнала в 1 ч дня.

1888 г. Королевский астроном предложил отменить сигналы, передаваемые в 10 ч. Почтовое управление возразило: «Мы не можем обойтись без 10-часового сигнала из Гринвича... по всему королевству каждая почта связана с этим сигналом посредством системы, основанной много лет назад... И, собственно, с какой же целью была основана Гринвичская обсерватория, если не для обеспечения точным временем ... каждой почты и железнодорожной станции?...» [27]. Королевский астроном вынужден был согласиться с этим заявлением, и 10-часовые сигналы времени были сохранены.

Сигналы времени для частных лиц

С первых дней существования Гринвичской службы времени телеграфные компании были готовы предоставлять в аренду частным лицам линии, по которым передавались сигналы гринвичского времени; это особенно ценилось изготовителями часов Лондона и провинций. После того как в 1870 г. телеграф перешел в ведение государства, Почтовому управлению были переданы все ранее заключенные контакты; были заключены и новые договоры. Расценки за эту услугу на 1 января 1873 г. были опубликованы в «Справочнике Почтового управления»; оплата менялась в зависимости от расстояния от главной почты до

абонента. В Лондоне в пределах двух миль от Центрального телеграфа абоненты могли получить часовые сигналы времени за 15 ф. ст. в год. Провинциальные абоненты, расположенные на расстоянии четверти мили от их местного главного почтового отделения, ежегодно платили 12 ф. ст. за 10-часовой сигнал времени и 27 ф.ст. за 13-часовой; для расстояния в одну милю расценки соответственно увеличивались до 17 и 32 ф.ст. Почтовое управление предоставляло эту услугу частным абонентам вплоть до 1927 г.



31. Маленький сигнальный шар (примерно 1855 г.) и гальванометр (около 1900 г.) - экземпляры аппаратуры, которую ювелиры часто устанавливали в своих витринах, чтобы публика могла видеть сигналы точного времени. (Национальный морской музей.)

Абоненты получали в личное пользование необходимое оборудование и могли установить, например, сигнальные шары на зданиях, маленькие сигнальные шары в витринах магазинов, звонки, гальванометры и др. Одно из наиболее причудливых устройств для регистрации сигналов времени было сделано в виде шляпы; оно принадлежало Джорджу Картеру (Олд Кент Род, 211-17, Лондон). Начиная приблизительно с 1900г. эта шелковая шляпа, выставленная перед магазином, медленно приподнималась и падала точно в 13 ч по сигналу гринвичского времени. В соответствии с модой после первой мировой войны шляпа была заменена котелком [28].



32. Маленький сигнальный шар (примерно 1855 г.) и гальванометр (около 1900 г.) - экземпляры аппаратуры, которую ювелиры часто устанавливали в своих витринах, чтобы публика могла видеть сигналы точного времени. (Национальный морской музей.)

В 1876 г. лондонскими изготовителями хронометров Барро и Ландом была основана компания «Стэндард тайм» (стандартное время) с целью развития и внедрения метода синхронизации часов, предложенного Ландом. По прямому проводу компания получала из Гринвича ежечасные сигналы времени и перераспределяла их по воздушным линиям другим лондонским абонентам. Эти сигналы были преимущественно предназначены для синхронизации главных часов абонентов путем ежечасной коррекции минутной стрелки, но их можно было подавать и на любое сигнальное устройство как визуального, так и звукового типа. И хотя после интенсивных бомбежек Лондона немецкой авиацией в 1941 г. начали предприниматься попытки отказаться от воздушных линий, эта система просуществовала до 1964 г. [29]. Подобные системы имелись в Эдинбурге, Глазго, Ливерпуле, и поначалу они использовали сигналы времени местных обсерваторий. Английские системы распределения сигналов времени оказались гораздо надежнее пневматической системы, действующей приблизительно в то же время в Париже; в последней вследствие постепенного изменения давления в трубах часы, более удаленные от места посылки сигнала, показывали время с меньшей точностью, чем часы, расположенные поблизости [30].



33. Сигнально-временное устройство в виде шляпы перед магазином Джорджа Картера (Лондон); из 'Сауф-ист Лондон и Кентиии Меркури', 27 февраля 1975 г

Противоборство между железнодорожным и местным временем

Между тем по всей стране обсуждался вопрос о едином времени - замене местного времени временем, принятым на железных дорогах. В 1842 г. Ослер предложил установить в Бирмингеме эталонные часы, с этой целью он провел сбор денег и приобрел очень точные часы, изготовленные Дентом, которые были установлены перед институтом философии. После того как эти часы приобрели широкую известность, однажды воскресным утром Ослер, втайне от всех, перевел стрелки часов с бирмингемского времени на гринвичское. И хотя разница была заметной, постепенно все церковные и личные часы граждан города были переведены на среднее гринвичское время. В других же городах по-прежнему придерживались местного времени [31].



34. Джордж Эри, кавалер ордена Бани, член королевского общества; из 'Панча', 1883 г. (Национальный морской музей.)

В 1844 г. на железные дороги Англии вышел первый экскурсионный поезд. Значительное увеличение расстояний возможных поездок в конце 1840-х годов внесло изменения в общественную и личную жизнь англичан. 12 января 1850 г. «Тайме» писала в передовице: «... мы уверены, что тысячи наших читателей за последние три года путешествовали и видели много больше, чем за всю свою предшествующую жизнь. Еще тридцать лет назад среди сотни сельских жителей нельзя было встретить и одного человека, который видел бы столицу. Теперь же вряд ли вы найдете из той же сотни одного, который не провел бы там хоть один день. Лондонцы толпами едут в Париж, затрачивая на это всего лишь половину тех денег и треть того времени, которые в прошлом им требовались для поездки в Ливерпуль...» [32].

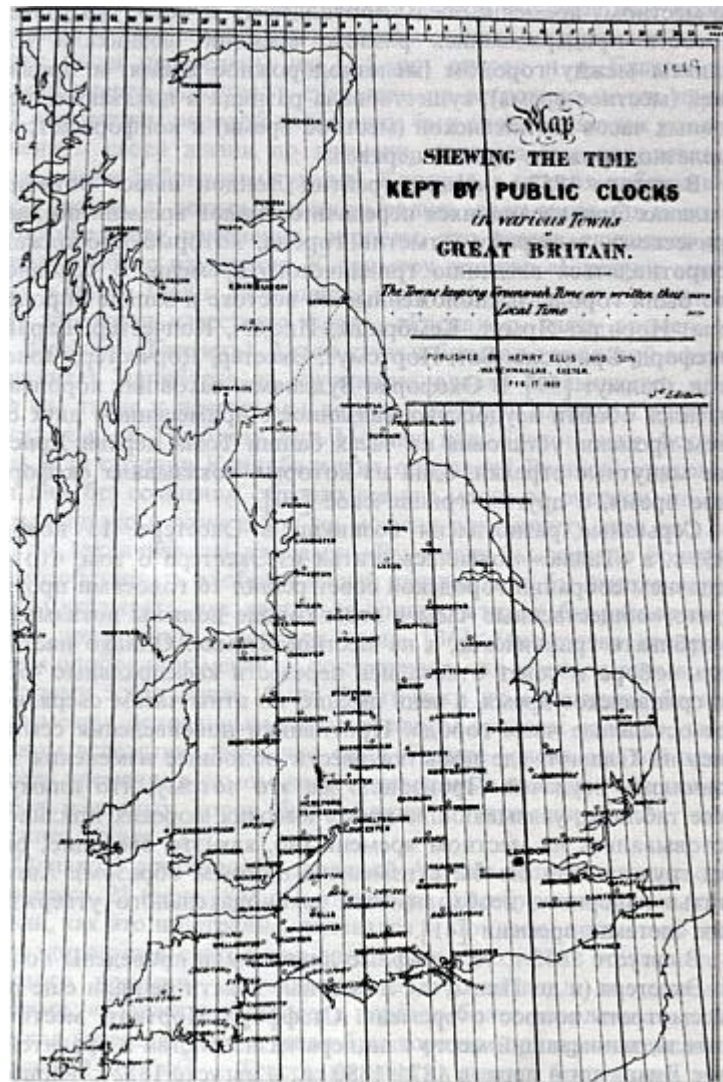
Лондонская промышленная выставка, устроенная в 1851 г. в Гайд-парке, способствовала значительному расширению пассажирских перевозок внутри страны по железным дорогам; в беспрецедентном масштабе она увеличила и количество путешествий в Британию. «Тайме» отмечала, что на выставке побывало свыше 6 млн. посетителей (из которых 75 тыс. были иностранцы) и почти все они приехали на поездах [33]. Как мы уже говорили, к 1847 г. почти все основные железные дороги Великобритании ввели гринвичское время; этому примеру, подобно Бирмингему, последовали и многие города северной и центральной Англии, переводя стрелки своих часов на «железнодорожное время». В письмах, датированных 30 ноября 1847 г., председатель железнодорожной компании Эдинбурга и Глазго (Шотландия) писал мэрам этих двух городов:

«Я хочу привлечь ваше внимание и внимание муниципалитета, которым вы руководите, к намерению главных железнодорожных компаний Англии применить на своих линиях гринвичское время вместо местного. Корпорации Ливерпуля и Манчестера решили привести жизнь в своих городах в соответствие с этой переменной.»

Директора железных дорог Эдинбурга и Глазго решили, что такое же время выгодно применить и им, и они будут рады сделать это, если администрация двух городов,

связанных этими линиями, согласится с названными изменениями» [34].

В передовице газеты «Скотсмэн» от 4 декабря выражалась уверенность в том, что переход на новое время «не сможет нарушить распорядок деловой и личной жизни в большей степени, чем это делают сейчас существующие ошибки показаний наших часов». Муниципалитеты, ободренные этими словами, согласились с предложением председателя железнодорожной компании почти без колебаний. Переход свершился в ночь на субботу 29 января 1848 г. (дата была выбрана Почтовым управлением). Эдинбург, Глазго, Гринок, Стирлинг и Перт установили стрелки своих городских часов в одинаковые положения [35]. Это изменение, в результате которого часы в Эдинбурге были переведены на 12,5 мин вперед и в Глазго - на 17 мин вперед, кажется, в сущности не встретило почти никакой оппозиции; рядовой горожанин был вполне доволен упорядочением своей жизни по времени, задаваемому городскими часами (или фабричным гудком). Конечно, в газетах публиковались письма, в которых высказывались сожаления по поводу произошедшего изменения-впрочем, это всегда случается по поводу любого изменения. К примеру, журнал «Блэквудз мэгэзин» в марте 1848 г. опубликовал статью, взяв для нее в качестве заголовка известную фразу: «Распалась связь времен...» (У. Шекспир «Гамлет»). Автор статьи бичевал городской муниципалитет Эдинбурга за узурпацию власти всевышнего: «Да кто мы такие и почему мы должны выбрать именно Гринвич, а, скажем, не Тимбукту или Москву, или Бостон, или Астрахань, или столицу Каннибальских островов? Великий круговорот дня, без сомнения, обходит все эти места по очереди, но он не делает это в один и тот же момент или минуту, или час...» Статья заканчивалась словами: «Вы могли бы гораздо больше поспособствовать удобству вашей паствы, если бы вместо того, чтобы указывать, как двигаться солнцу, отдали бы распоряжение о приведении в порядок улиц» [36]. Множество авторов писем одобряли изменение, подчеркивая, что местное время, по которому жили ранее, было фактически не «временем бога», а временем, основанным на «фиктивном среднем солнце», введенном вследствие того, что само Солнце - очень плохой хранитель времени; в самом деле, в некоторые месяцы года новое время железных дорог было ближе к «времени бога», чем прежнее время [37].



35. Города Великобритании, сохранившие в феврале 1852 г. местное время. Шкала (вверху) показывает разницу в минутах между местным и гринвичским временем. Карта, опубликованная Генри Эллисом (Эксетер) в феврале 1852 г. (Королевское астрономическое общество.)

Однако в восточной и западной Англии оппозиция еще сохранялась. 21 июня 1851 г. в «Чамберс Эдинбург джорнэл» (который, как это ни странно, издавался в Лондоне) появилась душераздирающая статья под заголовком «Агрессия железнодорожного времени». Анонимный автор начинал ее такими словами: «Существует агрессия гораздо более вероломная, чем папская агрессия [этот журнал был горячим приверженцем англиканской церкви] ... Теперь во многих наших британских городах и деревнях мы преклоняемся перед могуществом пара и спешим на свои места, подчиняясь законам железнодорожной компании!..» [38]. Затем автор переходит к перечислению разнообразных происшествий, случившихся в общем-то совсем не потому, что было введено железнодорожное время, как он утверждал, а вследствие одновременного существования двух систем времени: невеста пришла в церковь по железнодорожному времени, а ее жених (и пастор, и органист, и хор) прибыл по местному времени; обеды портились из-за того, что хозяева и гости придерживались разного времени; возникали конфликты между городом (железнодорожное время) и провинцией (местное время); существовала разница в показаниях церковных часов англиканской (местное время) и конформистской (железнодорожное время) церквей.



36. Башня Тома и часы церкви Христа (Оксфорд), примерно 1860 г. На циферблате можно видеть две минутные стрелки, одна из которых показывает 1.25 оксфордского, а другая 1.30 гринвичского времени; стрелка, показывающая оксфордское время, отличалась тем, что имела противовес. Башня была построена по проекту Кристофера Рена, который сравнивал ее с Главным залом Гринвичской обсерватории. Фото из альбома снимков церкви Христа, хранящегося в Бодлеанской библиотеке Оксфорда

В январе 1852 г. «Иллюстрейтид Лондон ньюс» объявила о планах Эри, касающихся передачи сигналов времени по электрическому телеграфу, отметив города, которые продолжали сопротивляться введению гринвичского времени. В основном это были города, расположенные на востоке и западе королевства: Норидж, Ярмут, Кембридж, Ипсуич, Колчестер, Гарвич, Оксфорд, Бристоль, Бат, Портсмут, Эксетер, Дорчестер, Лонсестон, Фалмут [39]. В Оксфорде Вуллиами, часовщик королевы, пытался обойти неудобство, связанное с применением двух систем времени, установив на часах башни Тома церкви Христа две минутные стрелки, одна из которых показывала оксфордское время, а другая - гринвичское [40].

Серьезные разногласия возникли в Эксетере. 13 ноября 1851 г. в «Тайме» появилась статья из Эксетера о том, что на недавнем собрании городской совет решил 16 голосами против 5, что «общественные часы в этом городе должны показывать и отбивать гринвичское, а не местное время». Однако настоятель собора и совет отказались перевести кафедральные часы на гринвичское время, а ведь именно по этим часам сверялись все остальные часы города. Противники нововведения ссылались на Плимут, где попытки ввести подобные изменения закончились неудачей. Произошло же это потому, что плимутские таблицы, указывающие время высоких морских приливов, основывались на местном времени (но, как это очевидно, они без труда могли бы быть изменены нужным образом). Автор статьи говорил о необходимости законодательного утверждения системы времени [41].

В августе 1852 г. телеграфные линии были проведены почти до Эксетера (и до Плимута), и местные власти решили еще раз рассмотреть вопрос о времени. Стэффорд Норткот, местный житель, занимавший место канцлера казначейства в правительстве Дизраэли в период 1874-1880 гг., в августе 1852 г. написал королевскому астроному,

обращаясь к тому с просьбой высказать свою точку зрения по вопросу перехода на новое время. Эри привел три аргумента в пользу изменения времени, а заключил свое письмо пространным изложением противоположного взгляда на этот вопрос. «Если бы я имел неограниченную власть для издания законов, я непременно сохранил бы местное время в каждом пункте» [42]. Эти слова Эри кажутся нам сегодня неискренними, особенно в связи с его заявлением, появившимся месяц спустя, в котором говорится о том, что распространение точного времени было одной из первых задач национальной обсерватории и предметом его [Эри] гордости: «Я не могу не чувствовать удовлетворения при мысли о том, что королевская обсерватория таким образом скромно способствует точному выполнению деловых соглашений» [43].

Вскоре после этого, 31 августа 1852 г., газета «Уэстерн люминари» сообщила, что проведено еще одно заседание муниципалитета по этому поводу. Города западной Англии, в которых использовалось гринвичское время, например Тонтон, Тивертон, Торки, не чувствовали никакого неудобства; в других городах королевства, где ввели гринвичское время, новшество было забыто уже через несколько дней после этого; для сельских жителей переход от видимого (солнечного) к среднему (часовому) времени был гораздо более ощутим, чем переход от среднего местного времени к среднему гринвичскому времени [44]. 28 октября собрание общественности, состоявшееся в Гайдхолле (Эксетер) единодушно постановило перевести все городские часы на новое время. Настоятелю пришлось подчиниться, и кафедральные часы были установлены (показания изменены на 14 мин) по гринвичскому времени 2 ноября 1852 г., т. е. всего через день после того, как из Гринвича по железнодорожным телеграфным линиям был послан прямой сигнал времени [45].

В Бристоле тоже велись жаркие споры; отчасти объяснялось это тем, что таблицы морсфх приливов основывались на местном времени. 20 марта 1852 г. газета «Бристоль тайме» писала, что в связи с переходом на новое время в Ньюпорте, Суонсе, Саутгемптоне и Ливерпуле возникли лишь незначительные неудобства. Поэтому Бристоль принял решение регулировать часы по гринвичскому времени на заседании муниципалитета 14 сентября 1852 г., более чем на месяц раньше, чем это было сделано в Эксетере. (Рассказывают, что один из членов муниципалитета, отъявленный ретроград, продолжал пользоваться местным временем еще много лет спустя после перехода на новое время.) [46].

Узаконенное время

Хотя к 1855 г. 98% общественных часов Великобритании были переведены на среднее гринвичское время, по-прежнему отсутствовал декрет, который должен был бы узаконить это время. В связи с этим были возможны различные недоразумения. Скажем, некто скончался в Инвирэри в 23.50 в воскресную ночь по гринвичскому времени, и вместе с тем 10 мин спустя после полуночи в понедельник по местному времени Инвирэри. Возникал вопрос: когда же все-таки умер этот человек - в понедельник или в воскресенье? Ответ на него мог иметь важные юридические последствия в делах, связанных с вопросами страхования, наследования и др.

В решении, принятом в 1858 г., говорилось, что время, установленное в судах, до 1880 г. должно являться законным и для других целей в Великобритании: «Время, назначенное для заседания суда, должно быть средним временем того пункта, где заседает суд, но не гринвичским временем, если только это не будет специально оговорено» [47]. А 1 июня 1880 г. в палате общин был зачитан билль по определению времени, составленный Камероном, Дэвидом Дженкинсом и Эрвингтоном. После необходимых согласований и утверждений законопроект был принят почти без дебатов в обеих палатах и 2 августа 1880 г. получил королевскую санкцию [48]. Закон гласил:

Всякий раз, когда в любом из законов парламента встречается упоминание о времени в связи со смертью или другим юридическим актом, время должно быть отнесено, если только это не оговаривается особым образом, в Великобритании - к среднему гринвичскому

времени и в Ирландии - к среднему дублинскому времени.

5. Нулевой меридиан 1790-1884 гг.

Долготы наблюдательных пунктов

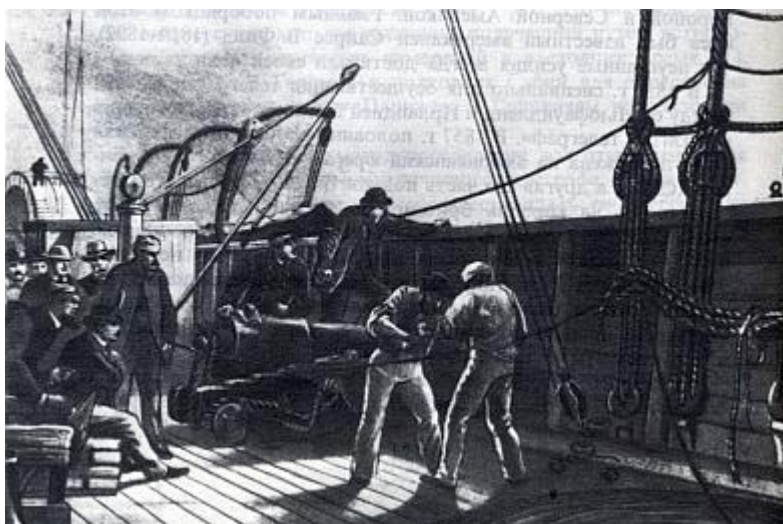
До появления железных дорог и телеграфа гринвичское время за пределами Британии было необходимо только мореплавателям и ученым, особенно географам, для точного измерения разности долгот между наблюдательными пунктами. Разность долгот можно определить астрономическим или геодезическим методами, или, как мы уже видели, перевозкой хронометров. Один из самых ранних примеров использования последнего метода имел место во время геодезического эксперимента по связи Парижской и Гринвичской обсерваторий в 1784-1788 гг. От Франции им руководил Кассини де Тюрини, с другой стороны пролива Ла-Манш руководство осуществлял член Королевского общества генерал-майор Уильям Рой. В сентябре 1785 г. в «путешествие» было отправлено восемь хронометров (*В России в 1845 г. для определения разности долгот между Московской и Пулковской обсерваториями было перевезено на подводках 40 хронометров. - Прим. перев.*), изготовленных Джоном Арнольдом; их сопровождал помощник Арнольда Джозеф Линдли. После перевозки хронометров - сначала на почтовой карете, а потом на судне через пролив - в Париж и обратно Маскелайн получил разность долгот между Гринвичем и Парижем: 9 мин 19,8 с. Это значение всего на одну секунду меньше величины, полученной путем астрономических и геодезических измерений в настоящее время [1]. В 1825 г. Джон Гершель и полковник Сэбин для определения разности долгот между Парижем и Гринвичем использовали сигнальные ракеты.



37. 'Грайт Истерн' отплывает от о. Валентерн отплывает от о. Валенсия для прокладки атлантического кабеля, 1865 г. Из книги В. Рассела 'Атлантический кабель' (1875). (Национальный морской музей.)

Хронометрический метод определения долготы применялся вплоть до изобретения электрического телеграфа. Так, в 1843 г. более шестидесяти хронометров шестнадцать раз перевозили из Альтоны (около Гамбурга) в Пулково (вблизи Петербурга) и обратно; на следующий год сорок хронометров столько же раз проделали путь туда и обратно между Альтоной и Гринвичем. Много раз хронометры перевозили через Атлантический океан для определения разности долгот между Гарвардской и Ливерпульской обсерваториями, после чего была точно определена разность долгот между Гарвардом и Гринвичем. В 1844 г. таким

же образом под руководством Эри были найдены долготы о. Валенсия и западного побережья Ирландии. Американский астроном С. Уокер предложил для определения долготы воспользоваться телеграфом и первым осуществил это в США примерно в 1849 г. Как мы уже говорили, в 1851 г. Эри предложил установить телеграфную связь между Гринвичем и континентом; в 1853 г. Гринвич имел связь с Брюсселем, а в 1854 г. - с Парижем. Вторично долготу о. Валенсия определили в 1862 г. уже по телеграфу. Телеграфные сигналы проходят по проводам за определенное время, которое зависит от расстояния и типов используемых контактных устройств. В 1854 г. Эри измерил время прохождения сигнала от Гринвича до Парижа: оно составляло $1/12$ с, а в 1862 г. он получил время прохождения сигнала от Гринвича до о. Валенсия: приблизительно $1/8$ с [2].



38. Сращивание атлантического кабеля на борту 'Грейт Истерн', 1865 г. Из книги В. Рассела 'Атлантический кабель' (1875). (Национальный морской музей)

Атлантический кабель

Первая успешная прокладка подводного кабеля через Ла-Манш относится к 1851 г. В 1852 г. Уэльс и Шотландия были связаны с Ирландией, в 1853 г. Англия - с Бельгией и Данией. К 1860 г. Лондон имел уже телеграфную связь с Индией; один из самых длинных подводных кабелей в 1565 миль был проложен между о. Мальта и Александрией. Но в перспективе была задумана прокладка кабеля - возможно, и нескольких - между Европой и Северной Америкой. Главным поборником этой идеи был известный американец Сайрес В. Филд (1819-1892), чьи неустанные усилия всегда достигали своей цели.

В 1856 г. специально для осуществления телеграфной связи между о. Ньюфаундленд и Ирландией была основана компания «Этлэнтик телеграф». В 1857 г. половина необходимого кабеля была погружена на американский фрегат «Ниагара» в Беркенхеде (США), а другая его часть под контролем Гринвичской обсерватории - на корабль британского военно-морского флота «Агамемнон». После неудачи, постигшей это мероприятие в 1857 г., весной 1858 г. была предпринята вторая попытка; 5 августа через Атлантику, вызвав всеобщее ликование по обе стороны океана, было передано первое телеграфное сообщение. Однако не прошло и месяца, как 3 сентября связь прервалась и восстановить ее так и не удалось.

Гражданская война в Америке в 1861-1865 гг. заставила Филда на время отложить попытки по восстановлению трансатлантической связи. В Гринвиче был изготовлен более надежный кабель. Предложение погрузить его на два корабля не вызвало одобрения, и тогда было решено поместить его целиком на один корабль, способный принять на борт такое количество груза. Так и было сделано. Этим кораблем оказался «Грейт Истерн», имеющий

грузоподъемность 22500т; построенное в Милуоле на Темзе это судно являлось самым крупным в мире. Из-за большой осадки (до 35 фут при полной загрузке) «Грейт Истерн» стоял в гавани Ширнесса (*Город в устье Темзы. - Прим. перев*) , кабель был спущен туда лихтером вниз по реке из Гринвича.



39. Чарльз Ф. Даун из Саратоги-Спрингс (шт. Нью-Йорк), который первым предложил систему поясного времени, используемую сегодня на всем земном шаре. Из 'Ханперс Уикли', 29 декабря 1883 г. (Британская библиотека.)

23 июля 1865 г. «Грейт Истерн», на борту которого находился профессор Уильям Томсон (1824-1907), ставший в дальнейшем известным под именем лорда Кельвина, под конвоем кораблей военно-морского флота ее величества «Террибл» и «Сфинкс» покинул о. Валенсия (Ирландия), оставляя за собой след в виде кабеля. Увы, 2 августа уже после того, как было размотано 1025 морских миль кабеля, его конец упустили, и не было никакой возможности достать его со дна океана. Однако в следующем году «Грейт Истерн» успешно совершил прокладку нового кабеля от о. Валенсия до о. Ньюфаундленд, затратив на это всего четырнадцать дней. Более того, команде корабля удалось подцепить кабель, упущенный в 1865 г., и соединить его с частью кабеля, остававшегося на борту, обеспечив таким образом вторую кабельную линию через Атлантический океан.

Одним из факторов, обеспечивших успех этих операций, по мнению капитана Андерсона, было то, что в течение 1866 г. на «Грейт Истерн» дважды в день принимали по телеграфу сигналы времени из Гринвича, прошедшие через Лондон, Холихед, Дублин, Валенсию и далее по только что проложенному кабелю: это позволяло точно определять долготу местонахождения корабля [3]. По всей видимости, это был первый пример определения точного времени в открытом море без помощи визуальных способов наблюдения. Одно из первых применений кабеля состоялось при переопределении разности долгот между обсерваториями Гринвича и Гарвардского университета в Кембридже (США, шт. Массачусетс), которое в октябре 1866 г. в содружестве с Эри проводил доктор Б. Гулд из военно-топографического управления побережья США [4].

Европейские железные дороги

На европейском континенте эксплуатация железных дорог столкнулась с теми же проблемами, связанными с вопросами времени, что и в Британии. Вообще говоря, хотя пассажиры и придерживались своего местного среднего времени, поезда в каждой стране ходили в соответствии с некоторым центральным временем. Во Франции, например, часы на железнодорожных станциях показывали так называемое вокзальное время, которое на 5 мин отставало от парижского, а часы за пределами станции показывали местное, городское, время. Бельгийские поезда шли по брюссельскому времени, голландские - по амстердамскому. В Германии на железных дорогах было официально установлено одно из пяти времен: Берлина, Мюнхена, Штутгарта, Карлсруэ, Людвигсхафена. Однако пассажиры точно соблюдали местное время, и вдоль рельсов были установлены специальные столбы, отмечающие минутные изменения времени. Переводить часы каждые десять минут, по-видимому, было обычным делом во время путешествия. Такое закрепление местного времени поощрялось немецкими астрономами, но чрезвычайно мешало пассажирам, путешествующим на большие расстояния. Однако, когда Мольтке обратил внимание на недостатки такой системы с военной точки зрения, повсюду было введено берлинское время [5].

Железные дороги в США

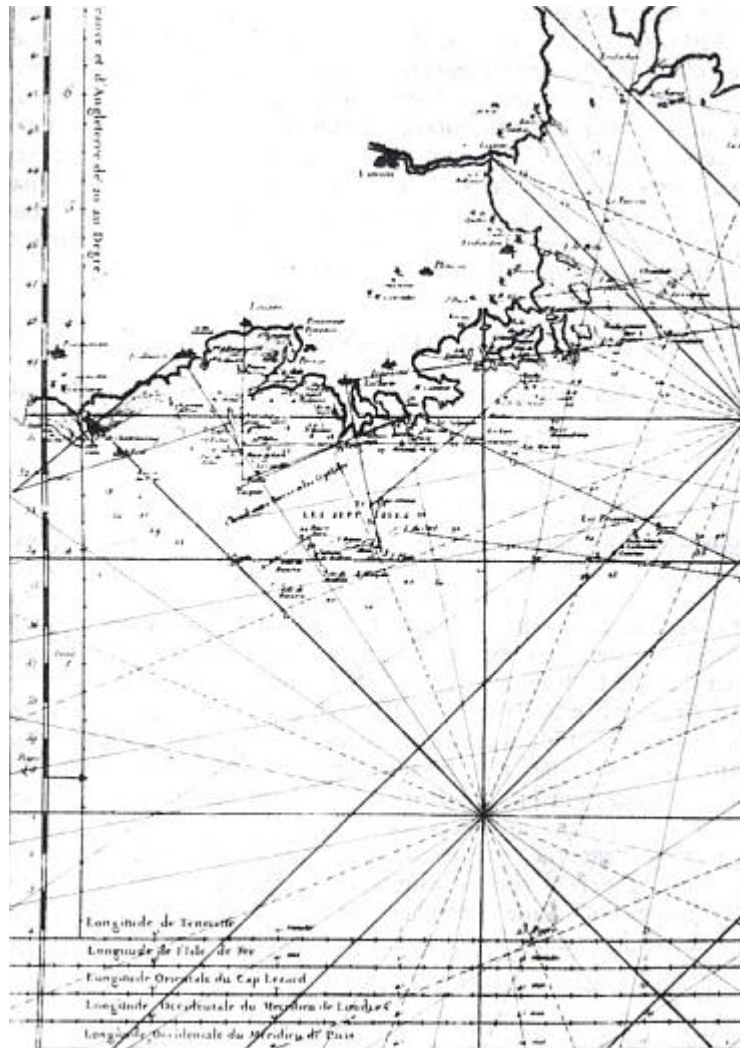
Если даже в Англии, где максимальная разность долгот не превышала 30 мин, необходимость в координировании хранения времени была очевидной, то насколько труднее было решить этот вопрос в США, где разность долгот между восточным и западным побережьями превышала 3,5 ч. Тем не менее внимание к этой проблеме привлекла не разность долгот, а то обстоятельство, что каждая из множества железнодорожных компаний, возникших по всей стране после окончания Гражданской войны, имела свое собственное время, как, впрочем, и каждый большой или малый город, расположенный на железнодорожных линиях. Все это создавало огромные неудобства при поездках по стране. Например, переезжая из Портленда (шт. Мэн) в Буффало (шт. Нью-Йорк), пассажир встречал на своем пути четыре «сорта» времени: если часы Нью-Йоркской центральной дороги показывали 12.00 (нью-йоркское время), часы Лейк-Шора и юга штата Мичиган, находящиеся в той же комнате, - 11.25 (колумбийское время), городские часы Буффало - 11.40, а собственные часы путешественника - 12.15 (портлендское время). В Питтсбурге (шт. Пенсильвания) существовало шесть различных систем времени для прибытия и отправления поездов. Переезжая из Истпорта (шт. Мэн) в Сан-Франциско, пассажир, корректируя свои часы по железнодорожному времени, был вынужден во время путешествия переводить их стрелки около двадцати раз [6].

Первой обсерваторией в США, следящей за распределением сигналов времени, была обсерватория ВМС в Вашингтоне, основанная в августе 1865 г. [7]. В 1869 г. профессор С. П. Лэнгли из Аллегейнской обсерватории, расположенной вблизи Питтсбурга, предложил систему распределения времени, покрывающую значительную территорию страны, от Филадельфии и Нью-Йорка на востоке до озера Эри на севере и Чикаго на западе. Но и эта система нуждалась в трех различных сигналах времени: в питтсбургском времени для местных часовщиков и ювелиров, в альтунском времени (на 10 мин опережавшем питтсбургское) для Пенсильванской центральной железной дороги, ведущей к Филадельфии и на восток, и в колумбийском времени (отстающем на 13 мин от питтсбургского) для железных дорог Питтсбурга, Форт-Уэйна и Чикаго [8]. Описывая свою систему, Лэнгли приводил веский довод в защиту единого стандартного времени и отмечал, что директора железных дорог, связывающих Нью-Йорк, Филадельфию, Питтсбург и Чикаго, подумывали тогда (1872 г.) о применении единого стандартного времени (основанного на меридиане Питтсбурга) для всех поездов, курсирующих между вышеупомянутыми городами.



40. Часовые пояса США в 1883 г. и сегодня; К. Корлисс 'Сутки двух полудней' (Вашингтон, 1941)

Между тем существовали и другие проекты по вопросу стандартизации времени для удобства железных дорог и других потребителей США. В 1870 г. была опубликована брошюра под названием «Система национального времени для железных дорог», написанная профессором Чарльзом Фердинандом Даудом (1825-1904), директором женской частной средней школы в Саратоге-Спрингсе (шт. Нью-Йорк). В брошюре подводились итоги дискуссии, возникшей на съезде железнодорожных компаний, проходившем в октябре 1869 г. в Нью-Йорке. Дауд писал о том, что необходимо отказаться от восьми различных систем времени, существующих на различных железных дорогах США, - не говоря уже о том, что каждая станция живет по своему местному времени, - и предложил схему, в основных чертах идентичную поясной системе, используемой сегодня во всем мире. Время на железных дорогах должно быть связано с четырьмя поясными меридианами, отстоящими друг от друга на 15° (или 1 ч), самым восточным из которых должен быть меридиан Вашингтона. Эти меридианы должны проходить через центры четырех временных зон, или поясов; время для всех пунктов в пределах одного пояса должно быть единым и изменяться на час при переходе из одного пояса в другой. Границы каждого пояса желательно хотя бы приблизительно провести по соответствующим меридианам; учтены были и местные границы штатов или округов и районы, относящиеся к железнодорожным путям. Исходя из этой системы, минутные и секундные стрелки всех часов должны показывать одно и то же время, и только показания часовых стрелок должны различаться. Единственное отличие первой схемы Дауда от сегодняшней системы поясного времени заключается в том, что она была основана на вашингтонском меридиане, проходящем через ось пассажного инструмента обсерватории ВМС США. Интересно отметить, что в примечании к закону от 28 сентября 1850 г., предназначенном для «Морского альманаха» США, конгресс сделал оговорку: «Отныне меридиан Вашингтонской обсерватории должен применяться и использоваться в качестве американского меридиана для всех астрономических целей, а для всех морских целей необходимо использовать меридиан Гринвича».



41. Деталь карты побережья Бретани из французского морского атласа (*Le Neptune françois*), имеющей несколько шкал долготы, примерно 1773 г. (с оригинала 1693 г.). (Национальный морской музей.)

Съезд в принципе единодушно согласился с идеями Дауда и предложил ему продолжать детальную разработку своей схемы. Что касается деталей, то, например, оказалось непрактичным точно совмещать границы поясов с соответствующими меридианами - это напоминало бы дом, в разных комнатах которого свое время. Продолжим эту историю словами самого Дауда:

Сначала я взял национальный меридиан Вашингтона и поделил страну на три 15-градусных пояса, терпеливо отметил долготы 8000 станций, находящихся на 500 железнодорожных линиях, и получил карту, разбитую на четыре секции с предлагаемым для каждой станции поясным временем вместо действующего. Эта карта приводится в брошюре, которую я разослал всем лицам, связанным с железными дорогами, и всем в нашей стране, кто мог бы заинтересоваться этой работой.

В 1871 г. я представил схему на рассмотрение ассоциации Северовосточной железной дороги в Бостоне и еще кое-кому. После этого мое внимание привлекло предложение, что, возможно, лучше взять морской меридиан Гринвича, и, используя пятый час от него, или 75-й меридиан западной долготы, в качестве нулевого американского стандарта, я отложил четыре секции. Весной 1872 г. я приехал в Сент-Луис на собрание ассоциации Западной железной дороги, затем последовала встреча в Атланте, шт. Джорджия, с управляющими южных железных дорог [9].

Очевидно, Дауд изучил предложения, высказанные на этих встречах, в которых

приводились доводы в пользу других меридианов (не вашингтонского), более подходящих восточному и центральному поясам. Кроме того, необходимо было рассмотреть вопрос о «пограничных городах». В мае 1872 г. Дауд изменил свою систему, передвинув все четыре пояса приблизительно на два градуса к востоку для совпадения их времен с целочисленными значениями часов, отсчитываемых на запад от гринвичского меридиана. Обобщая свою систему, Дауд писал:

Объяснение поясов

Время 75-го меридиана на запад от Гринвича применяется в качестве поясного времени для всех железных дорог на восток от Огайо и Аллегейнских гор; время 90-го меридиана - для западных железных дорог, пересекающих долину Миссисипи. Эти времена могут обозначаться как восточное и западное и будут различаться на один час. Следующий к западу пояс приходится на скалистый горный район, где в нем мало пользы. Но третий часовой пояс, или время 120-го меридиана, является центральным и удобным для железных дорог тихоокеанского побережья. С другой стороны, пятый час к востоку применяется как поясное время Англии и является основой долготы на всех морских картах.

Саратога-Спрингс, шт. Нью-Йорк

Май 15, 1872

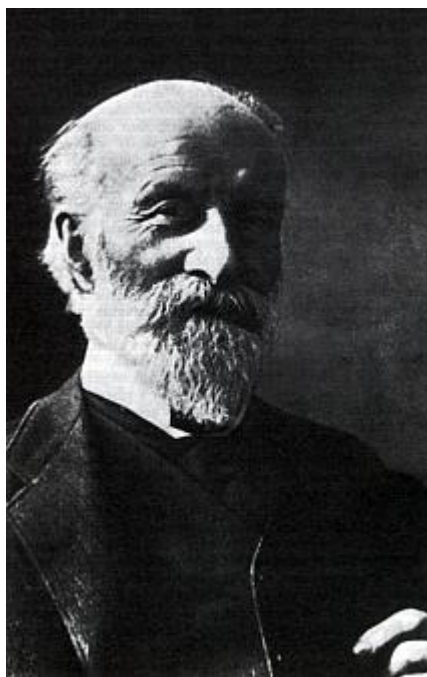
Ч. Ф. Дауд [10]

Как и следовало ожидать, проект Дауда вызвал многочисленные споры. Вносилось бесчисленное множество взаимоисключающих друг друга предложений; особенно это относится к периоду 1879-1880 гг., когда самым тщательным образом обсуждалось использование единого поясного времени, основанного на 90-м меридиане к западу от Гринвича (который проходил почти через Сент-Луис «Новый Орлеан»). История этого вопроса слишком велика, чтобы ее целиком рассказать на страницах этой книги; но она подробно приводится в другом источнике [11]. Спустя 12 лет после проведения многочисленных собраний и съездов представителей железнодорожных компаний проект Дауда от 1872 г. почти без изменений был осуществлен на железных дорогах США и Канады. К полудню воскресенья 18 ноября 1883 г. городские часы всей Северной Америки были переведены «на новое поясное время, установленное прежде всего на железных дорогах с целью унификации расписаний движения поездов, а также рекомендованное с этих пор для всеобщего применения обществом ... в качестве обязательного условия для всех общественных и деловых нужд» [12].

Газеты всей страны опубликовали репортажи об этом нововведении. Например, «Нью-Йорк геральд триб юн» в заметках на темы дня писала, что «любой человек, подойдя в тот день к церкви в Нью-Йорке, мог убедиться в том, что дневная служба была сокращена почти на четыре мин, а каждая старая дева на Бекон-хилл в Бостоне должна радоваться тому, что за эту ночь она помолодела почти на шестнадцать минут. С другой стороны, в Вашингтоне каждый должен был состариться на восемь минут». В центральном поясе, в Чикаго, часы были переведены на 9,5 мин назад; в Кливленде, Огайо, находящемся недалеко от границы этого пояса, - на 32 мин назад. На следующий день в статье, озаглавленной «Часометрическая гармония», «Нью-Йорк геральд трибюн» писала о том, как огромная толпа народа ожидала падения сигнального шара, установленного на шпилье здания Уэстерн-юнион. А в церкви в Бруклине читалась проповедь на тему: «Изменение и измерение времени» с цитатами из Библии (книга Иисуса Навина, гл. 10, стих 13): «И остановилось солнце, и луна стояла, доколе народ мстил врагам своим. Не это ли написано в книге Праведного: «стояло солнце среди неба, и не спешило к западу почти целый день?»» [13].

Итак, в 1883 г. Соединенные Штаты и Канада ввели систему часовых поясов, основанную на гринвичском меридиане. И хотя эта система вплоть до 1918 г. не была проведена официально через конгресс, гражданское население стало пользоваться «железнодорожным временем» подобно тому, как это случилось в Великобритании 30 лет назад. Уже к октябрю 1884 г. 85% городов США, более чем с десяти тысячным населением в каждом, приняли эту систему. Но были и исключения. Например, в Детройте,

расположенном на границе восточного и центрального поясов, продолжали пользоваться местным временем до 1900 г., пока муниципалитет не постановил, наконец, перевести часы на 28 мин назад в соответствии с центральным поясным временем. Но после ожесточенных дебатов это решение было отменено, и город вернулся к солнечному времени. В связи с этим комитет коммунального хозяйства города получил ироническое послание с предложением соорудить перед въездом в город солнечные часы [14]. И только в 1905 г. общим голосованием в Детройте было принято время центрального часового пояса. В мае 1915 г. по постановлению местного муниципалитета Детройт перешел на восточное поясное время, и этот переход был поддержан голосованием в августе 1916 г. [15].



42. Сэнфорд Флеминг. (Архив Канадской тихоокеанской корпорации.)

И хотя, как мы увидим в дальнейшем, многие личности - прежде всего канадец Сэнфорд Флеминг-заслуживают признательности за их усилия по распространению системы поясного времени в мировом масштабе, именно Чарльзу Ф. Дауду мы обязаны созданием ее основы. В 1904 г. Дауд погиб-ирония судьбы - в Саратоге-Спрингсе под колесами локомотива.

Нулевой меридиан

Между тем начиная с 1870 г. внимание географов и представителей смежных наук всех стран сосредоточилось на вопросе о закреплении общего нулевого меридиана для отсчета долготы и времяисчисления на всем земном шаре. В конце концов в качестве такового был принят меридиан Гринвича. По всей видимости, первым астрономом, определившим разность долгот, был Гиппарх. В качестве первичного меридиана - нулевого, исходного, начального, *meridiano iniziale*, или *Nullmeridien* - Гиппарх использовал меридиан, проходящий через о. Родос, на котором он вел свои наблюдения. Птолемей пользовался меридианом, проходящим через острова Фортуны (*Insulae Fortunatae*), или Канарские острова, которые, как тогда считалось, отмечали западную границу мира, тогда как на востоке, казалось, такой границы вообще нет.

С развитием мореплавания в XV-XVI вв. вновь возник интерес к этой проблеме. В 1493 г. папа Александр VI утвердил буллой демаркационную линию, разграничивающую сферы влияния Португалии и Испании. Эта линия проходила на 100 лиг западнее Азорских

островов и островов Зеленого Мыса; вследствие протеста Португалии по Тордесильяскому договору (1494 г.), заключенному между Испанией и Португалией, меридиан был передвинут на 370 лиг западнее островов Зеленого Мыса, которые, кстати, на некоторых сухопутных и морских картах сами использовались в качестве нулевого меридиана.



43. Гринвичский меридианный круг Эри, задававший гринвичский меридиан с 1851 г.; с 1884 г. этот меридиан был принят в качестве нулевого меридиана для всего земного шара; из 'Иллюстрейтид Лондон ньюс', 11 декабря 1880 г. (Национальный морской музей.)

13 июля 1573 г. испанский король Филипп II издал два указа, в которых он повелевал измерить долготу на территории всей Испанской империи. Первый из них (№ 62) предписывал отсчитывать все долготы от меридиана, проходящего через Толедо, причем вопреки практике прошлых лет, когда долгота измерялась к востоку (от Канарских островов), теперь ее приказывалось отсчитывать к западу, «ибо это является более естественным и согласуется с открытием Вест-Индии, которая божьей милостью была нам дарована» [16]. Приказ № 67 предписывал всем губернаторам колоний использовать каждый благоприятный случай для наблюдения затмений и других явлений, на основании которых можно было бы определять разность долгот. Результаты должны были быть представлены главному космографу Торговой палаты в Севилье, чтобы можно было рассчитать долготы пунктов, позволяющие составить испанские морские карты. Позднее, в XVI в., картографы, в частности Меркатор и Ортелиус, начали перебирать различные острова в западном океане - Канарские, Мадейра, Зеленого Мыса и даже Азорские - по причинам, живо описанным Уильямом Блау в 1622 г. в надписи на латинском языке на его глобусе:

... Но в наши дни многие думают, что начальная точка должна базироваться на самой природе, и берут направление магнитной стрелки в качестве своего указателя и располагают нулевой меридиан так, чтобы он проходил через точку, обязанную быть севером. Но это иллюзия, связанная со свойством магнитной стрелки, которая не может служить стандартом для меридиана, поскольку она сама отклоняется вдоль одного и того же меридиана, когда находится вблизи того или другого скопления масс земли.

Блау продолжает, что для своего глобуса

... следуя по стопам Птолемея, [мы] выбрали те же острова и среди них Тенерифе, крутая вершина которого, покрытая вечными облаками, будет отмечать начальный меридиан. Таким образом, мы получили отличие всего в четверть градуса, от долготы

арабов, которые выбрали самый западный берег Африки (Зеленый Мыс), и я счел уместным указать на это [17].

В апреле 1634 г. кардинал Ришелье созвал на конференцию известных европейских математиков и астрономов для выбора начального меридиана, который могли бы принять все государства. Сошлись на птолемеевских островах Фортуны, а точнее на западном берегу о. Ферро, самого западного из Канарских островов. Увы, в это время была в разгаре Тридцатилетняя война, и, если судить по указу Людовика XIII от 1 июля 1634 г., причина того, что призыву конференции не вняли, казалось, имела скорее политический, чем научный характер:

Французские корабли не напали на испанские или португальские корабли в водах, лежащих восточнее первого меридиана и севернее тропика Рака. И для того, чтобы этот первый меридиан стал более известен, адмирал Франции консультировался с лицами, имеющими знание и опыт в навигации. Впоследствии король запретил всем штурманам, гидрографам, рисовальщикам и гравировщикам карт или земных глобусов делать нововведения или отступать от античного меридиана, проходящего через самую западную точку Канарских островов, и приказал не обращать внимания на новые идеи, согласно которым теперь меридиан зафиксирован на Азорских островах, поскольку там якобы стрелка компаса не изменяет своего положения, хотя, очевидно, это имеет место и в других местах, которые никогда не выбирались в качестве меридиана [18].

В 1724 г. Королевская академия направила Луи Фёйе провести необходимые измерения для определения долготы Парижа, основываясь на нулевом меридиане, проходящем через о. Teneriffe. Со временем, в 1742 г., были опубликованы результаты астрономических наблюдений Фёйе на о. Teneriffe: долгота Парижа (собор Нотр-Дам) - $20^{\circ}02,5'$ в. д. от самой западной точки о. Ферро, долгота Лондона (собор св. Павла) - $17^{\circ}37,5'$ в. д. от того же места [19]. Однако по-прежнему не существовало общего соглашения относительно нулевого меридиана, и каждое государство стремилось обычно провести опорный меридиан через свою столицу или главную обсерваторию. Штурманы в своих лоциях обычно в качестве опорной точки использовали любой пункт, встреченный ими во время плавания, указывая долготу, например, следующим образом: $15^{\circ}27'$ к западу от мыса Лизард или $26^{\circ}32'$ к востоку от мыса Доброй Надежды. Большинство морских карт XVIII в. имели только одну долготную шкалу (или вообще не имели таковой), причем исходная точка шкалы такой карты зависела от государства, где карта была издана. Тем не менее во Франции на многие морские карты, выпускаемые большими сериями и включенные в официальные морские атласы, было нанесено несколько долготных шкал; поэтому штурман, пользуясь таким изданием, мог указать свое положение относительно о. Teneriffe, о. Ферро, мыса Лизард и Парижа. Кстати, на некоторых морских картах расстояния приводились в нескольких единицах измерения: в бретонских лигах, французских лигах и морских милях. До введения международной стандартизации мер и весов подобные наборы единиц приводили к различным недоразумениям.



44. Здание Парижской обсерватории, через которую в 1672 г. проходил меридиан Кассини. (Из книги Ж. Кунила 'Парижская обсерватория'.)

Как мы уже видели, издание в 1767 г. британского «Морского альманаха» привело к тому, что начиная с XVIII в. меридиан Гринвича начал использоваться в качестве нулевого меридиана на сухопутных и морских картах многих стран. Первой серией морских карт, где систематически использовался гринвичский меридиан, был атлас Де Барреса, охватывающий побережье Северной Америки от Лабрадора до Мексиканского залива, опубликованный впервые в 1784 г. Дебарресовы карты продолжали служить первоисточником при составлении большинства американских морских карт на протяжении последующих пятидесяти лет и вместе с британским «Морским альманахом» послужили, возможно, главной причиной принятия в 1850 г. правительством США решения сохранить гринвичский меридиан в качестве нулевого для морских задач. В 1853 г. русский верховный адмирал Флит приказал отказаться от использования морского альманаха, специально составленного для России, а вместо него предложил Российскому военно-морскому флоту воспользоваться британским «Морским альманахом», базирующимся на гринвичском меридиане; на основе британского альманаха в России начал издаваться «Морской месяцеслов» (военно-морской ежегодник) [20].

Международные дискуссии

Первый Международный географический конгресс собрался в Антверпене в августе 1871 г. В одной из его резолюций говорилось о том, что для морских карт всех стран (для прибрежных или портовых карт это не являлось необходимостью) гринвичский меридиан в течение ближайших пятнадцати лет должен быть принят в качестве нулевого. Конгресс также рекомендовал при любом изменении долготы корабля в открытом море основываться на меридиане Гринвича. Однако для материковых карт и карт побережий каждому государству предлагалось применять собственный нулевой меридиан [21]. В ходе дискуссии М. Левассер, один из делегатов Франции, заявил, что, будь это в XVII или XVIII веке, выбор наверняка бы пал на Париж, но обстоятельства изменились, так как большинство карт, используемых в настоящее время в море, имеют британское происхождение и поэтому *le livre habituel du marin* (Книга жизни в море (франц.). - Прим. перев) является британский «Морской альманах». Несколько лет спустя стало известно, что годовая продажа «Морского альманаха» составляет 20 тыс. экземпляров, а французского «Конесанс де тампс» («Знание времен») - только 3 тыс. [22]. Поэтому Левассер полностью поддержал резолюцию, касающуюся морских карт.

В 1875 г. был проведен II Международный географический конгресс, где обсуждались те же вопросы, но не было принято никаких новых решений. Франция, однако, поставила

условие, которое неоднократно дебатировалось в последующих дискуссиях: если Англия перейдет на метрическую систему, то Франция, возможно, учтет это при принятии гринвичского меридиана [23]. Из табл. 1 можно видеть, что по прошествии всего двенадцати лет резолюция 1871 г. начала оказывать свое действие: на морских картах новой публикации двенадцать стран стали отсчитывать свои долготы от Гринвича. Что же касается материковых карт, то каждое государство продолжало решать этот вопрос по-своему.

Таблица 1. Нулевые меридианы, используемые в начале 1880-х гг. на вновь опубликованных материковых и морских картах

Нулевой меридиан		
Страна	морские карты	материковые карты
Австрия	Гринвич	о. Ферро
Бавария	-	Мюнхен
Бельгия	-	Брюссель
Бразилия	Гринвич и Рио-де-Жанейро	Рио-де-Жанейро
Дания	Гринвич, Копенгаген, Париж	Копенгаген
Франция и Алжир	Париж	Париж
Германия	Гринвич и о. Ферро	о. Ферро
Голландия	Гринвич	Амстердам
Индия	-	Гринвич
Италия	-	Рим
Япония	-	Гринвич
Норвегия	Гринвич и Христиания	о. Ферро и Христиания
Португалия	Лиссабон	Лиссабон
Россия	Гринвич, Пулково, о. Ферро	о. Ферро, Пулково, Варшава, Париж
Испания	Кадис (Сан-Фернандо)	Мадрид
Швеция	Гринвич, Стокгольм, Париж	о. Ферро, Стокгольм
Швеция	-	Париж
Великобритания	Гринвич	Гринвич
и колонии США	-	Гринвич и Вашингтон

(Источники . Морские карты: Borsari F., Il meridiano iniziale e Goga universale (Napoli, 1883), 60. Материковые карты: Wheeler G. M., Report on the Third International Geographical Congress... Venice... 1881 (Washington, 1885), 30)

В 1876 г. с другой стороны Атлантического океана поступили сведения о новшествах, предлагаемых в статье «Земное время», опубликованной в Канаде Сэнфордом Флемингом (1827-1915), руководителем инженерной службы канадской Тихоокеанской железной дороги. Флеминг родился в Шотландии и занимался там изучением техники и топографии; в 1845 г. он приехал в Канаду, где начал свою деятельность в качестве строителя железных дорог. В 1852 г. его назначают главным инженером железной дороги Симко и Харона (позднее Северной железной дороги) в Онтарио. В 1862 г. он занимает подобную должность на Интерколониальной железной дороге, а позднее назначается главой инженерной службы канадской Тихоокеанской железной дороги. На этом посту он руководит топографической

съемкой для Йеллоухидской железной дороги (теперь относится к канадской Национальной железной дороге). Поначалу Флеминг интересуется лишь применением 24-часовой системы, но позднее загорается мыслью о введении во всем мире единого времени - земного, или, как он говорил позднее, космополитического (а еще позднее - космического) времени. Подобно Дауду (Флеминг не был знаком с его идеями, хотя, участвуя в прокладке железных дорог, он должен был бы знать о них), Флеминг предложил систему часовых поясов, но в отличие от системы Дауда его земное время должно было применяться не только на железных дорогах, но и на телеграфах, в научных целях и т.д. [24]. Позднее, узнав о системе поясного времени Дауда, Флеминг без особого энтузиазма отзывался о ней.



45. Гражданские, астрономические и морские сутки (*а.т.* - до полудня; *р.т.* - после полудня)

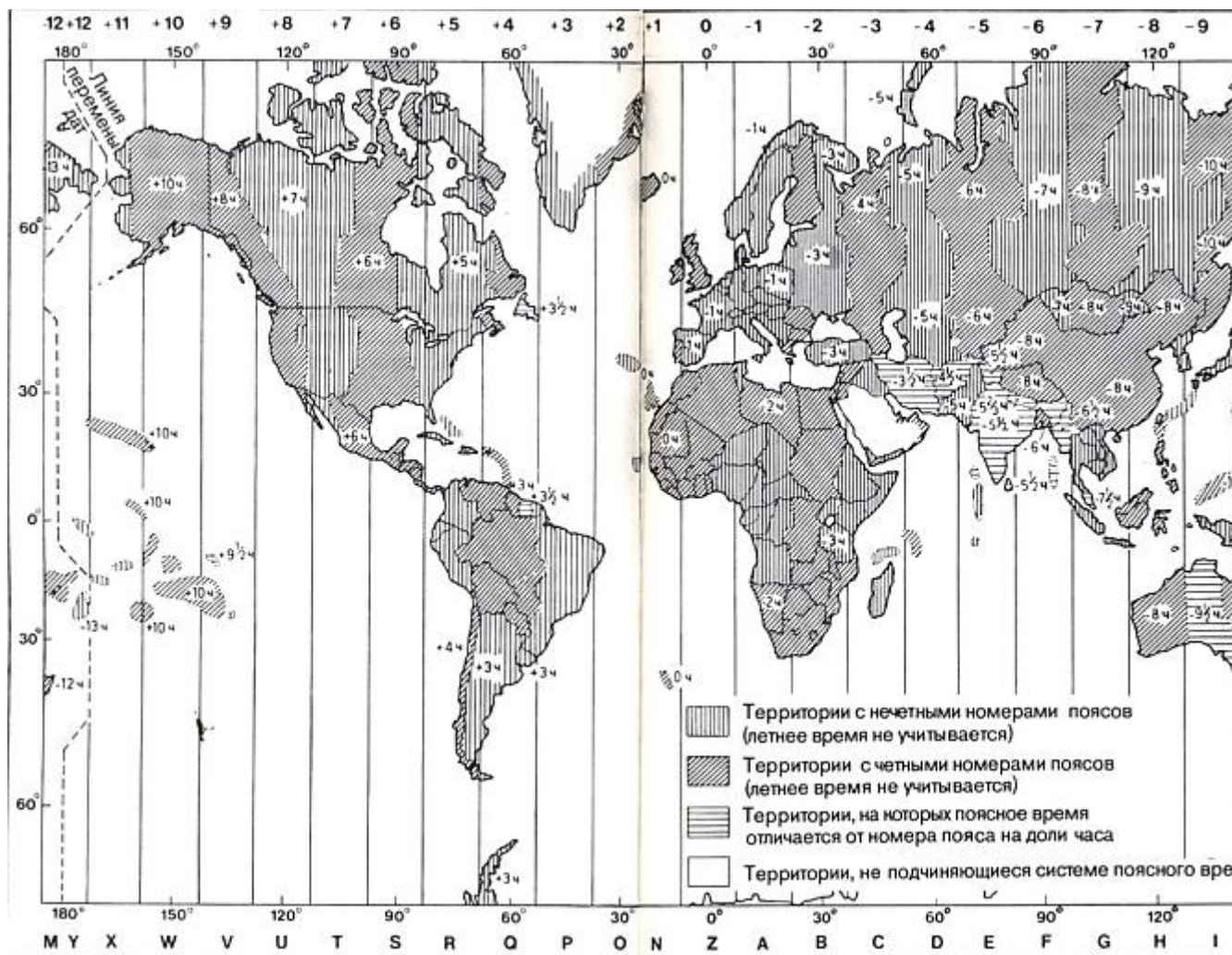
В 1878-1879 гг. в Канадском институте в Торонто Флеминг прочел две лекции: «Времяисчисление» и «Долгота и времяисчисление». Первая из них была переработкой его статьи, опубликованной в 1876 г., а вторая - с подзаголовком «Несколько слов о выборе нулевого меридиана, общего для всех государств, в связи с времяисчислением» - выдвигала серьезные обоснования для принятия в качестве нулевого меридиана, отстоящий на 180° от гринвичского и совпадающий с существующей сегодня международной линией перемены дат [26]. Эти лекции Флеминга произвели столь сильное впечатление, что в июне 1879 г. британское правительство направило их текст восемнадцати государствам и различным научным организациям Англии.

В целом реакция на предложения Флеминга была положительной. Но встречались и отрицательные отзывы, особенно среди астрономов. Джордж Эри в 1879 г. (за два года до своей отставки) писал, что, во-первых, он «не придает ни малейшего значения замечаниям, содержащимся в первой статье мистера Флеминга [о применении часовых поясов для местного времени и установления «земного времени»], и, во-вторых, «что касается нулевого меридиана, то ни один здравомыслящий человек не может согласиться с этим. Если же нулевой меридиан все же будет принят, то это должен быть меридиан Гринвича, так как навигация почти во всем мире зависит от расчетов, основанных на этом меридиане... Но я, как директор Гринвичской обсерватории, полностью отказываюсь от мысли выдвигать любые претензии по этому поводу; предоставим самому Гринвичу сделать это для поддержания своего высокого авторитета в вопросе о долготе мира, и «Морской альманах» сделает это лучше нас, мы же объединим наши усилия, не претендуя особым образом на мнимую славу нулевого меридиана» [27]. По поводу высказываний Эри 15 октября 1879 г.

генерал-губернатору Канады сообщили, что британское правительство не намерено вмешиваться в дело, связанное с социальными проблемами [28]. Кажется странным, что Эри, человек с такими широкими взглядами - которому более чем кому-либо другому страна была обязана распространением гринвичского времени, -придерживался столь консервативной точки зрения. Однако через год среднее гринвичское время становится единым временем Великобритании, три года спустя система поясного времени вводится по всей территории Канады и США, а еще через пять лет международное соглашение признает необходимость установления нулевого меридиана, каковым должен быть меридиан Гринвича.

Среди астрономов Эри был не одинок. Профессор Пиаци Смит, королевский астроном Шотландии, восхваляя Флеминга за его добрые намерения, критиковал его за отсутствие практичности. Если уж так нужен общий нулевой меридиан, почему бы ему не проходить через пирамиду Хеопса в Египте? [29]. Профессор Саймон Ньюкомб, директор американского морского альманаха, высказался еще категоричнее. На вопрос, заданный ему в 1882 г., - не благоразумнее ли для США применять систему времени, которая была бы рекомендована другими государствами и была бы ими в конечном счете принята - он ответил: «Нет! Мы не заботимся о других государствах, мы не можем помочь им, и они не могут помочь нам». На второй вопрос, есть ли у него какие-нибудь идеи по системе времени, которые кажутся ему целесообразными, он ответил: «Капитальный план, предназначенный для использования в течение тысячелетия, слишком совершенен для современного состояния человечества. Не вижу оснований ориентироваться на Европу в той же мере, как и решать вопрос о том, обитаема ли планета Марс» [30].

После таких заявлений буквально с облегчением воспринимается, например, реакция астрономов Болоньи, которые в качестве нулевого меридиана предложили Иерусалим, а профессор Бомон, географ из Женевы, выступил с предложением считать нулевым меридианом прямую линию, проходящую через пролив Беринга, на том основании, что он расположен на одинаковом градусном расстоянии как от Парижа, так и от о. Ферро, а антимеридиан (удаленный от нулевого на 180°) он предложил провести через Рим, Венецию и Копенгаген [31]. Почти в это же время возобновились дискуссии по поводу желательности десятичной системы измерения углов и времени (как это и было поначалу задумано в метрической системе). Все эти точки зрения обсуждались делегатами III Международного географического конгресса, собравшегося в Венеции в сентябре 1881 г. В повестке дня конгресса стояли вопросы об установлении всемирного нулевого меридиана и единого стандартного времени. На конгрессе оживленно дискутировались все перечисленные выше проблемы. Но для нас важность этого конгресса заключается главным образом в том, что он привел к двум специальным конференциям, к рассказу о которых мы теперь и переходим [32].



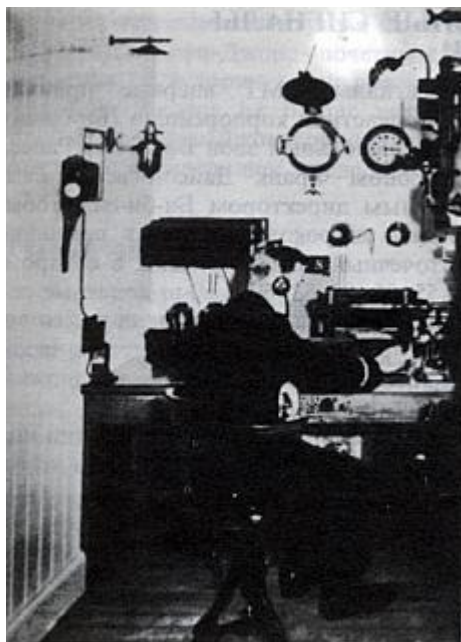
46. Карта часовых поясов 1979 г. с поясами по 15° (1 ч). Номер пояса указывает, сколько часов надо добавить или вычесть, чтобы получить среднее гринвичское (всемирное) время; например, 14.00 (-10) для Сиднея (Австралия) соответствует 04.00 среднему гринвичскому времени. Буквы, обозначающие пояса (например, Z=GMT, K=-10), служат для указания времени часового пояса, используемого в международных связях. Карта основана на карте адмиралтейства A2 и выпущена с разрешения канцелярии Великобритании и гидрографа военно-морского управления

Первая из них - VII Международная геодезическая конференция - состоялась в Риме в октябре 1883 г. Эта научная конференция имела большое практическое значение, так как своими заключениями она подготовила почву для проведения Вашингтонской конференции, которая имела скорее дипломатический, нежели научный характер. На конференцию в Рим съехались астрономы, геодезисты и математики; Великобритания и США направили главным образом представителей, способных с научной точки зрения решать вопросы, связанные с долготой и временем. Британию представлял В. Кристи (1845-1922), который за два года до этого заменил Эри на посту директора Гринвичской обсерватории.

Дискуссия началась по-деловому и проходила в атмосфере научной объективности; на ней рассматривались проблемы, связанные с практической необходимостью введения единого времени и долготы и преодолением национальных предубеждений в этом вопросе. В официальном отчете отмечалось: «Прошло время, когда чистая наука считала, что соприкасаться с практическими вопросами - это ниже ее достоинства, и когда правительства и административные органы полагали, что смогут обойтись без взаимодействия с людьми науки». В отчете говорилось, что, хотя конференция и не уполномочена давать

окончательные заключения или принимать определенные международные соглашения, тем не менее ее постановление, вероятно, должно оказать существенное влияние на будущие решения. Так и случилось.

В резолюции I конференции приводились выдержки из выступлений делегатов и указывалось, что унификация долготы и времени весьма желательна не только в интересах науки, но и для навигации, коммерции, международных связей. Здесь же отмечалось, что польза от предлагаемого конференцией нововведения намного превосходит приносимые во имя него жертвы. Резолюция II рекомендовала дальнейшее распространение десятичного деления, предлагая сохранить шестидесятеричную систему (с традиционными градусами, минутами и секундами) в астрономии, навигации, картографии и др.

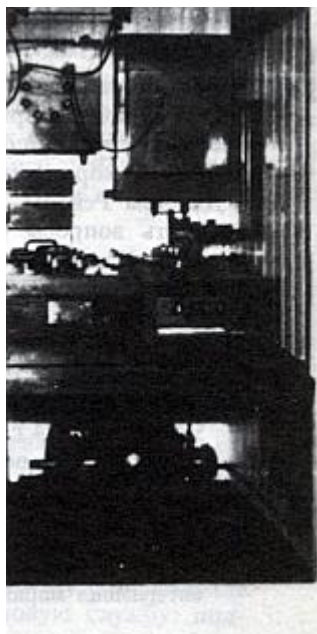


47. Прием телеграфных сигналов времени в море, 1910 г. ('Маркони интернэшнл марин компани'.)

Основной была резолюция III, она подводила итоги выбора нулевого меридиана. Из-за отсутствия естественного нуля для отсчета долготы (например, экватор - естественный нуль для отсчета широты) была подчеркнута необходимость произвольного выбора нулевого меридиана; подробно обсуждались научные требования, предъявляемые к такому меридиану. Все предложения о проведении нулевого меридиана через о. Ферро, через пункт, находящийся на 20° западнее Парижа (также вблизи о. Ферро), через Берингов пролив, или об установлении «неестественного» (или нейтрального) меридиана были отвергнуты. Было решено, что начальный меридиан должен быть задан авторитетной обсерваторией. Указав на то, что 90% штурманов международного коммерческого флота уже отсчитывают долготы от Гринвича, конференция предложила всем правительствам принять меридиан Гринвича в качестве начального меридиана. Резолюция IV, принятая, кажется, почти без обсуждения, гласила, что долготы следует отсчитывать в одном направлении (от 0 до 360), но уже в следующем году в Вашингтоне она была признана ошибочной.

Обсудив вопрос о долготе, конференция обратилась к проблеме унификации времени. В резолюции V говорилось о пользе применения всемирного времени для некоторых научных целей, а также об использовании его внутри каждой страны на железных дорогах, корабельных линиях, на телеграфах и почтах. С другой стороны, в повседневной жизни предлагалось применять местное, или государственное, время. (Уже через месяц США и Канада ввели поясное время.) Резолюция VI предлагала начинать всемирные сутки в гринвичский полдень, для того чтобы совместить начало всемирных и астрономических

суток. Эта рекомендация тоже была отвергнута в Вашингтоне.



47. Прием телеграфных сигналов времени в море, 1910 г. ('Маркони интернэшнл марин компани'.)

В заключение конференция выразила надежду на то, что Великобритания со своей стороны подготовится к введению метрической системы, так как весь мир готов к принятию гринвичского меридиана в качестве нулевого. И наконец, конференция рекомендовала созвать в самое ближайшее время международное совещание, посвященное вопросам унификации долготы и времени, «подобное тому, которое предложило правительство Соединенных Штатов» [33].

Международная меридианная конференция (Вашингтон, октябрь 1884 г.)

В результате Венецианской географической конференции, состоявшейся в сентябре 1881 г., Соединенные Штаты на основании положения, утвержденного конгрессом США 3 августа 1882 г., получили полномочие на созыв международной конференции, призванной зафиксировать нулевой меридиан, способный служить началом отсчета времени и долготы для всего земного шара [34]. 23 октября 1882 г. Государственный департамент разослал циркулярные письма своим представителям за границей, запрашивая их о том, будет ли созыв такой конференции встречен с одобрением в других странах. В циркуляре объяснялось, что поскольку США являются «самой протяженной (среди стран Запада. - Ред.) по долготе страной, пересеченной железнодорожными и телеграфными линиями», то именно там и должна быть созвана конференция. Ответы на это предложение были очень благожелательные, а необходимость в такой конференции подтвердила Римская конференция, проходившая в октябре 1883 г. 1 декабря всем странам, находящимся в дипломатических отношениях с США, были разосланы приглашения с просьбой прислать на конференцию, которая откроется 1 октября 1884 г. в Вашингтоне, свои делегации в составе не более трех человек. В свете будущих решений следует отметить, что северо-американские железные дороги приняли систему поясного времени, основанную на гринвичском меридиане, всего лишь за восемнадцать дней до того, как были разосланы эти приглашения.



48. Прием телеграфных сигналов времени в английской квартире, 1923 г. Громкоговоритель с марконифоном V2. "Маркони интернэшнл марин компани".)

К 1 октября 1884 г. сорок один делегат из двадцати пяти стран мира съехались в Вашингтон на Международную меридианную конференцию. Из списка участников конференции можно было видеть, что большинство делегатов - это профессиональные дипломаты, хотя некоторые страны прислали также научных и технических представителей. Конференцию от имени президента Артура открыл государственный секретарь Фрейлингюйсен. Сначала был избран президиум: президент конференции - адмирал ВМС США Роджерс, секретари - генерал Стрэтчи из Великобритании, профессор Янссен из Франции и доктор Крале из Бразилии.

Цели конференции были определены в постановлении, принятом конгрессом США: «... для обсуждения и, если представится возможность, для фиксирования меридиана, подходящего для использования в качестве нуля долготы и поясного времяисчисления на всем земном шаре...». Конференция продолжалась месяц, за это время делегаты собирались восемь раз, протоколы конференции заняли свыше двухсот страниц. В следующем ниже резюме конференции цитируются фразы (выделены курсивом) из уже окончательно согласованных резолюций; некоторые поправки и резолюции, рассмотренные, но не принятые конференцией, отмечаются в тексте.

I. «Конференция рекомендует принять единый нулевой меридиан для всех государств вместо множества начальных меридианов, существующих в настоящее время».

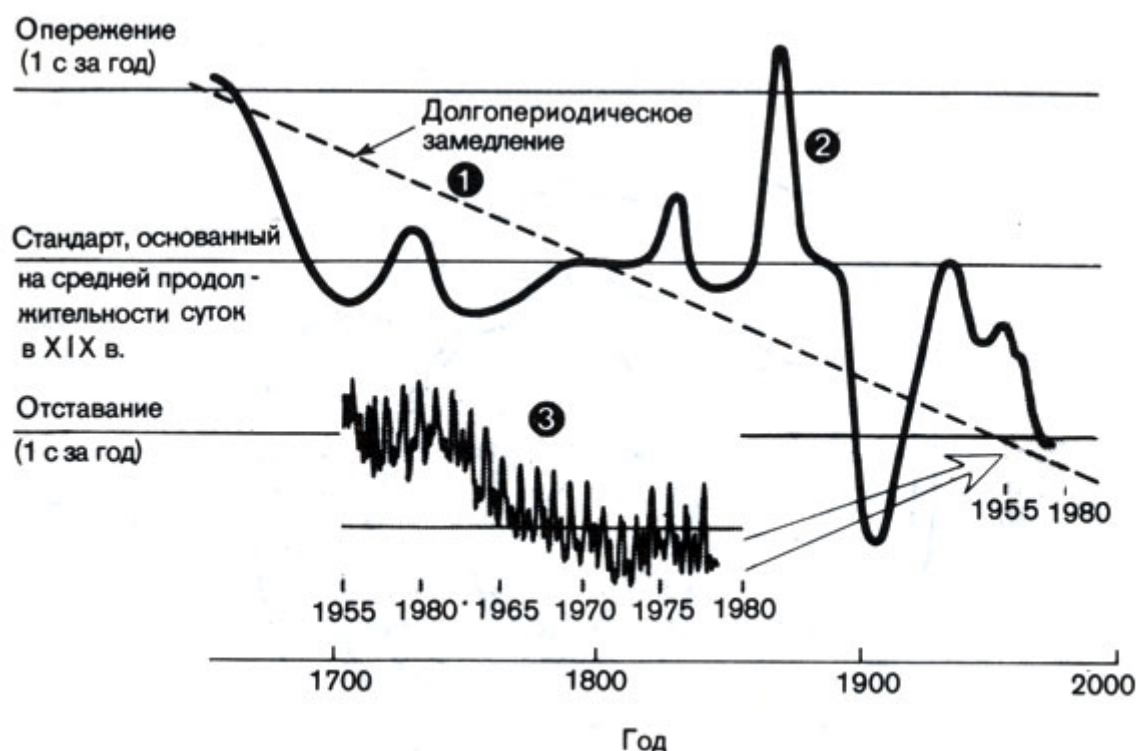
Учитывая мнение испанского делегата, что обсуждение должно основываться на резолюциях, принятых Римской конференцией, настоящая конференция соответственно предложила резолюцию, подобную резолюции II (см. ниже) - о том, что Гринвич должен отмечать нулевой меридиан, - предложенную делегатом США. Однако Лефевр, французский дипломат, и его коллега астроном профессор Янссен возразили, что подобная постановка вопроса уже предreshает исход дела. В результате представитель США Сэмпсон поставил на голосование резолюцию I, которая после непродолжительного обсуждения была принята единогласно.

II. «Конференция предлагает правительствам, представленным здесь своими делегациями, применение меридиана, проходящего через центр пассажного инструмента обсерватории в Гринвиче, в качестве начального меридианта».

США сразу предложили резолюцию II. На это профессор Янссен заявил, что, по мнению Франции, цель конференции - оценить принципы, на основании которых должен быть выбран нулевой меридиан, тогда как возможность самого выбора должна быть оставлена для другой конференции, более технического характера. Это заявление вызвало

оживленную дискуссию; но общее мнение склонилось к тому, что главная цель конференции не просто установить принципы, а действительно зафиксировать нулевой меридиан, как это предусматривалось постановлением конгресса США, благодаря которому и была созвана конференция. Лефевр тотчас предложил другую резолюцию: начальный меридиан должен быть «совершенно нейтральным. Он должен быть выбран исключительно таким образом, чтобы обеспечить науке и международной торговле все возможные преимущества, в частности он не должен проходить ни через Европу, ни через Америку».

Обсуждение этого последнего предложения было весьма продолжительным. Делегаты Великобритании и США спрашивали: каким это образом меридиан может быть совершенно нейтральным? Напротив, очень важно, чтобы нулевой меридиан проходил через какую-либо известную астрономическую обсерваторию. Современная наука, заявил капитан Эванс (Великобритания), предъявляет такие требования к точности, что нужно оставить все мысли о фиксировании меридиана островами (имелись в виду Азорские острова или о. Ферро), вершиной горы (скажем, на о. Тенерифе), проливом (например, проливом Беринга) или каким-либо монументальным сооружением (например, пирамидой Хеопса или храмом в Иерусалиме, которые предлагались ранее). Таким образом, реально с научной точки зрения для этой цели подходят только обсерватории Парижа, Берлина, Гринвича и Вашингтона. Сэмпсон (США) добавил! что важно также «так зафиксировать и определить его [меридиан], чтобы с течением времени природные изменения могли сказаться на нем в возможно меньшей степени»; задание же нулевого меридиана как определенного количества градусов к востоку или западу от установленной обсерватории не делает его нейтральным, а скорее скрывает существо дела. Несомненно, нужно также посмотреть на это с практической стороны: ведь использование в качестве нулевого нового нейтрального меридиана потребует огромной работы по переделке карт и других географических изданий.



49. Земля в качестве часов. Показаны изменения в скорости вращения Земли за последние 300 лет. На графике видны три различные компонента: 1 - долгопериодическое замедление (или вековые изменения); 2 - нерегулярные (и непредсказуемые) изменения; 3 - ежегодные сезонные вариации. (Гринвичская обсерватория.)

Очень оживленная дискуссия возникла по вопросу о распространении метрической системы, которую Франция предложила в качестве истинно «нейтральной» системы, но... «мы до сих пор не удостоены чести видеть принятие метрической системы для всеобщего пользования в Англии». Профессор Аббе (США) возразил, что, хотя США и Англия применяли метрическую систему как стандарт во всех важных научных работах, тем не менее ее нельзя считать полностью нейтральной, так как она фиксируется французскими измерениями. «Если англичане, немцы или американцы возьмут десятимиллионную часть четверти окружности по меридиану, они придут к очень незначительной разнице в измерениях. Это и будет действительно нейтральная система, но это не будет французской системой».

Далее обсуждение продолжалось в том же духе - снова и снова приводились одни и те же аргументы, и опять Франция вступала в споры с США и Великобританией, утверждая, что нулевой меридиан должен быть «нейтральным».

Наконец слово взял Сэнфорд Флеминг, представляющий Канаду. Он резюмировал британскую точку зрения: «Нейтральный меридиан прекрасен в теории, но я боюсь, что он полностью вне сферы практики». Затем он привел таблицу, показывающую число и грузоподъемность судов, пользующихся различными меридианами для определения своей долготы:

Начальный меридиан	Корабли всех типов		Проценты	
	количество	тоннаж	корабли	тоннаж
Гринвич	37663	14600792	65	72
Париж	5914	1735083	10	8
Кадис	2468	666602	5	3
Неаполь	2263	715448	4	4
Христиания	2128	95988	4	3
о. Ферро	1497	567682	2	3
Пулково	987	298641	1,5	1,5
Стокгольм	717	154180	1,5	1
Лиссабон	491	164000	1	1
Копенгаген	435	81888	1	0,5
Рио-де-Жанейро	253	97040	0,5	0,5
Остальные	2881	534569	4,5	2,5
Итого	57697	20312093	100	100

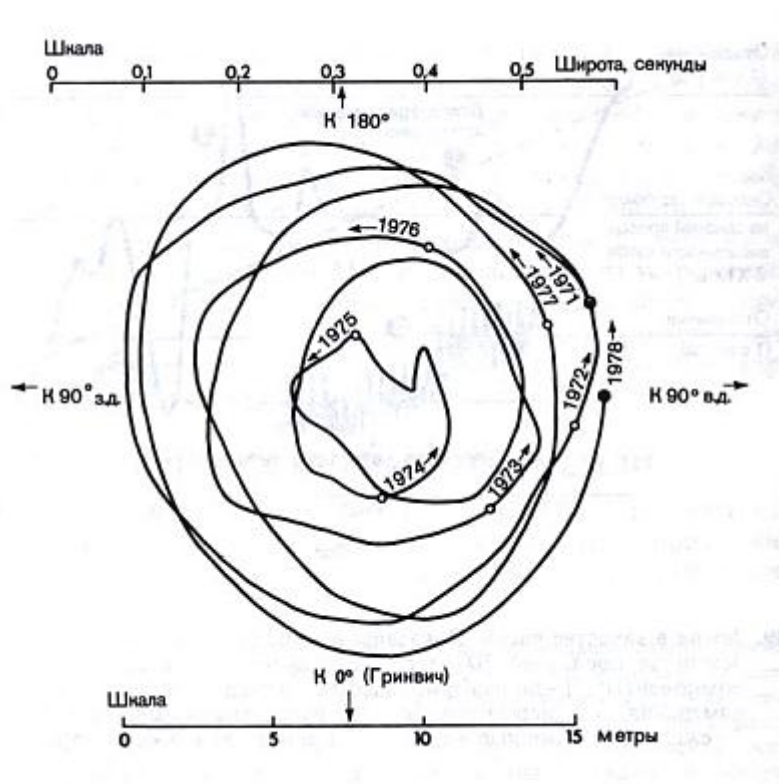
«Таким образом, из этой таблицы видно, что один из возможных начальных меридианов, а именно меридиан Гринвича, применяется коммерческими судами, суммарная грузоподъемность которых составляет 72% общей грузоподъемности всех подобных кораблей мира, а оставшиеся 28% приходится на десять различных начальных меридианов. В связи с этим выбор сделать не трудно; но гринвичский меридиан - это национальный меридиан...» После этого Флеминг выступил в защиту своего предложения, выдвинутого в 1879 г., о том, что в качестве нулевого меридиана для отсчета долготы и времени должен быть выбран меридиан, отстоящий от гринвичского на 180°, так как, пересекая Тихий океан, он обладает всеми достоинствами гринвичского и вместе с тем является нейтральным. Предложение Флеминга не было принято, но приведенная им таблица оказала большое влияние на окончательное решение.

Испания высказалась в пользу гринвичского меридиана с поправкой на то, что Британия и США должны перейти на метрическую систему. Генерал Стратчи заявил, что Британия ищет пути для разрешения этого вопроса: юридических препятствий здесь нет, и эта система уже широко используется учеными, однако правительство по-прежнему воздерживается от введения метрической системы в законодательном порядке. Знаменитый английский физик Уильям Томсон (позднее лорд Кельвин), который не входил в состав британской делегации, но был приглашен на конференцию, выразил чувства многих делегатов: «... мне кажется, что Англия вредит себе, не принимая метрическую систему... Нельзя утверждать, что какой-либо один меридиан научно более обоснован, чем другой, но можно сказать, что один меридиан более удобен с практической точки зрения, чем другой, и я думаю, что преимущество за меридианом Гринвича...».

Результат голосования по резолюции II, наконец-то проведенного 13 октября 1884 г., был следующим: 22 голоса - за, 1 - против (Доминиканская республика) и 2 воздержались (Франция и Бразилия). Конференция выбрала (хотя было ясно, что это всего лишь рекомендация правительствам) в качестве нулевого меридиана земного шара гринвичский меридиан.

III. «От этого меридиана долгота должна отсчитываться в двух направлениях до 180° - на восток со знаком плюс и на запад со знаком минус».

Обсуждение этой резолюции-относительно отсчета долготы, - первоначально предложенной США, длилось дольше, чем можно было ожидать. Это объясняется двумя причинами: во-первых, данная резолюция была связана с вопросом о времяисчислении и, во-вторых, ранее Римская конференция предложила вести непрерывный отсчет долготы до 360° с запада на восток. На конференции возникла сильная группировка, полагающая, что вести отсчет нужно в обратном направлении, тогда как многие делегаты были убеждены в том, что существующий порядок отсчета долготы до 180° в обе стороны от нулевого меридиана не должен быть изменен.



50. Движение полюса, 1971-1977 гг. (Гринвичская обсерватория.)

Обсуждение началось с проекта, выдвинутого на съезде по железнодорожному времени

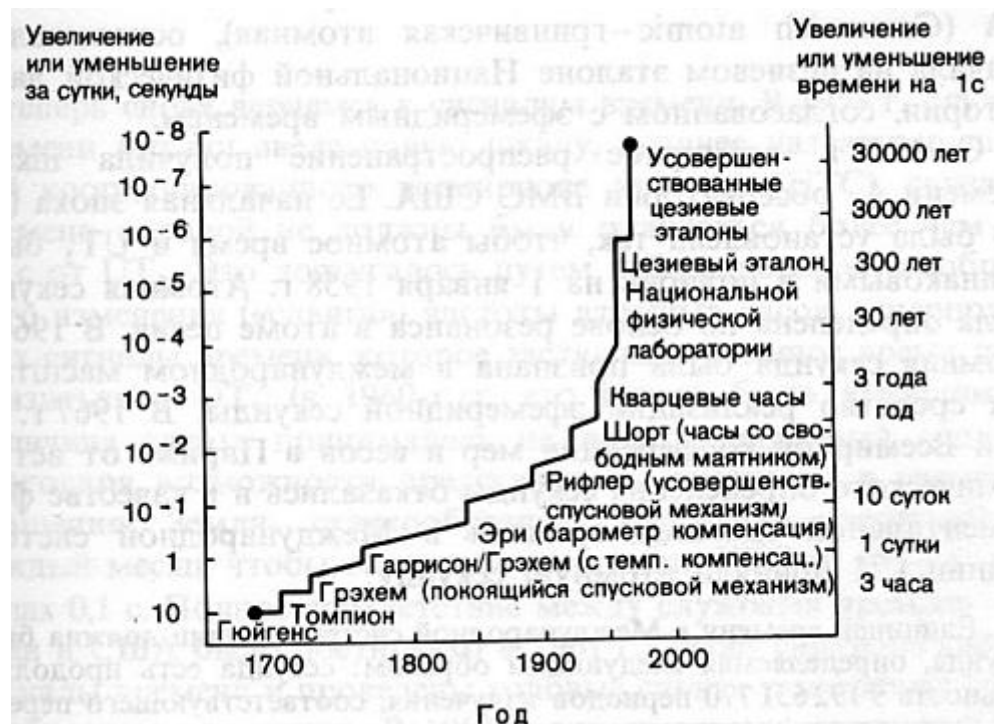
США и заключавшегося в том, что меридианная конференция не должна ничего изменять в системе поясного времени, которая за прошедшие годы убедительно доказала свою пригодность. Швеция предложила отсчитывать долготу в одном направлении с востока на запад; Испания с запада на восток; Великобритания, заботясь об удобстве штурманов, спрашивала: «Зачем нужно менять существующий порядок?» Сэнфорд Флеминг, однако, придерживался иного мнения, чем его британские коллеги, и, присоединившись к предложению Швеции, произнес длинную речь в защиту своего «космического времени», основанного на антимеридиане Гринвича. В конце концов по предложению США резолюция была утверждена 14 голосами против 5 при 6 воздержавшихся.

IV. «Конференция предлагает применение всемирных суток для любых целей, где это будет признано удобным и не создаст помех для использования местного или другого стандартного времени, если это желательно».

Теперь конференция перешла от рассмотрения вопросов, связанных с долготой, к проблемам, касающимся времени. Резолюция IV была посвящена общим положениям. С пространной речью на этом заседании выступил В. Ф. Аллен, секретарь съезда железных дорог США; в ней он превозносил достоинства системы поясного времени (введению которой он сам во многом содействовал) применительно к обыденной жизни и предложил использовать всемирное время для научных целей и в международной телеграфной связи. В ответ на замечание, что точное местное время не имеет важного значения, Аллен заявил, что опыт некоторых стран, которые ввели поясное время для своих внутренних потребностей, доказывает ошибочность подобного суждения. Великобритания, сказал далее Аллен, уже применяет с 13 января 1848 г. гринвичское время, которое отличается от местного среднего времени приблизительно на 8 мин на востоке страны и на 22,5 мин на западе; Швеция живет по времени пятнадцатого меридиана к востоку от Гринвича с 1 января 1879 г. с разницей во времени на востоке и западе страны соответственно в 36,5 мин и 16 мин; Соединенные Штаты и Канада перешли на систему часовых поясов 18 ноября 1883 г., и города, подобные Портленду, Атланте, Омахе и Хьюстону, теперь живут по времени (не испытывая при этом никаких неудобств), отличающемуся приблизительно на 20 мин от среднего местного времени. «Почти 25% городов Соединенных Штатов более чем с десяти тысячным населением стали применять новое поясное время буквально для всех нужд; оно же используется и на железных дорогах, протяженность которых составляет 97,5% общей протяженности всех железнодорожных линий». Резолюция была принята 23 голосами, Германия и Доминиканская республика воздержались.

V. «Всемирные сутки - это средние солнечные сутки; они должны начинаться во всем мире в момент средней полуночи на нулевом меридиане, совпадая с началом гражданских суток и датой на этом меридиане; отсчет их Болжсен производиться от нуля до двадцати четырех часов».

После того как делегаты заслушали письма, присланные в адрес конференции, в которых предлагались различные варианты мест для проведения нулевого меридиана, например Бетлехем, граница между Россией и США, пирамида Хеопса, Гавр (который действительно находится на гринвичском меридиане), конференция перешла от рассмотрения общих принципов, касающихся всемирного времени, к специальным определениям. Основное внимание было уделено следующему вопросу: должны ли всемирные сутки начинаться в полдень, как это было принято в астрономической практике, а также в некоторых странах для навигации в открытом море, или они должны соответствовать гражданскому счету времени и начинаться в полночь? Астрономия была одним из основных «потребителей» всемирного времени, поэтому казалось разумным не изменять заведенный порядок начала отсчета времени суток, чтобы не нарушить астрономической хронологии, начало которой было положено еще во времена Гиппарха. Эта рекомендация содержалась в решениях Римской конференции. Однако другие потребители времени, в частности операторы всемирной телеграфной сети, должны были начинать отсчет суток в полночь.



51. Увеличение точности часов (указаны только порядки величин). (Гринвичская обсерватория.)

Адамс (Великобритания), хотя и был астрономом, выдвинул серьезные аргументы в пользу того, что отсчет гражданских суток должен совпадать с отсчетом всемирных суток, поэтому последние должны начинаться в полночь, так как полдень - это прежде всего середина дня, а не его начало или конец. Преимущества сохранения астрономической традиции начала отсчета суток, заявил Адаме, выглядят гораздо менее ощутимыми по сравнению с теми неудобствами, которые неизбежно возникнут при существовании двух противоречивых способов отсчета даты. «Если это расхождение уничтожить, то, безусловно, найдутся астрономы, которые согласятся с этим. И пусть их будет немного, но они смогут произвести необходимые изменения без затруднений или неудобств...» Однако этот призыв Адамса не был поддержан большинством его коллег - астрономов.

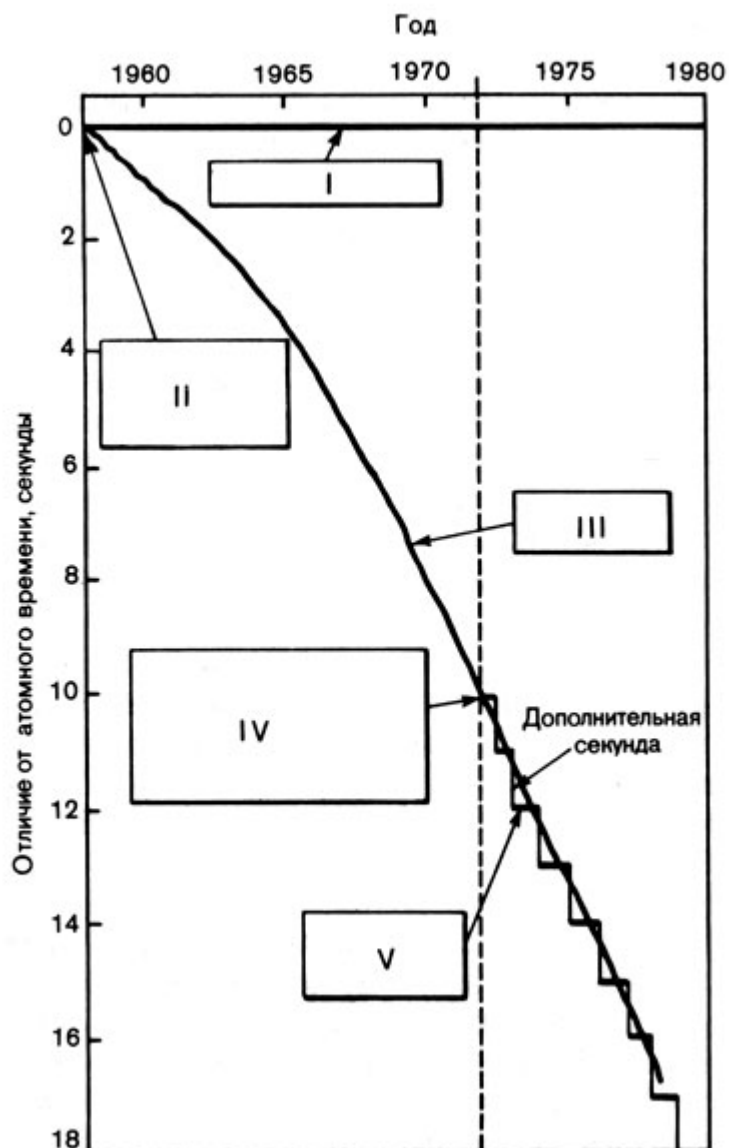
Вариант резолюции, предложенный Швецией и поддержанный Австро-Венгрией, Италией, Нидерландами, Швейцарией и Турцией, в котором предлагалось начинать отсчет суток в полдень, получил только 6 голосов против 14: Франция, Германия, Доминиканская республика и Италия воздержались. Турецкая делегация призналась, что какую бы резолюцию конференция ни приняла, в Турции все равно будут существовать две системы отсчета времени: французская - от полуночи до полуночи и турецкая - от одного захода солнца до другого, которой пользуются сельскохозяйственные рабочие, так как последняя система связана с выполнением мусульманских обрядов.

Резолюция, приведенная выше, предлагающая начинать всемирные сутки в полночь от нулевого меридиана, в конце концов была принята 15 голосами против 2 (Австро-Венгрия и Испания) при 7 воздержавшихся. Таким образом, предложения Римской конференции были отвергнуты.

VI. «Конференция выражает надежду, что как только появится практическая возможность, астрономические и морские сутки также будут начинаться в среднюю полночь».

Мы уже отмечали, что астрономы (вслед за Гиппархом) применяли 24-часовую систему счета времени суток и (вплоть до 1925 г.) начинали отсчет суток в момент полуденной кульминации Солнца. Для них это было удобно, поскольку при этом во время ночных

наблюдений не происходило изменения даты, что неизбежно должно было иметь место при использовании гражданского счета времени суток. В открытом море вплоть до XIX в. сутки кончались в полдень гражданского времени. Бортовой журнал велся в соответствии с корабельным временем, т.е. по местному видимому времени, определяемому в моменты изменения долготы, и по традиции сутки должны были кончаться (а время выверяться) в полдень; именно в этот момент офицер, определяющий широту, объявлял: «Двенадцать часов, сэр», - на что капитан должен был ответить: «Так держать!» Таким образом, например, полдень понедельника отмечал начало суток по астрономическому исчислению, середину суток - по гражданскому и конец суток - по морскому. Поэтому 6 ч утра понедельника по гражданскому исчислению соответствовало 6 ч утра понедельника для штурмана, но 6 ч вечера воскресенья для астронома. С другой стороны, через двенадцать часов, 6 ч вечера понедельника по гражданскому времени являлось 6 ч вечера вторника для штурмана, но 6 ч утра понедельника для астронома. Это приводило к большим недоразумениям, так как при возвращении корабля в гавань штурман (и бортовой журнал) должен был переходить на гражданское времяисчисление. Названные несоответствия не имели большого значения до тех пор, пока «Морской альманах» (придерживающийся астрономической практики) не стал применяться в море, однако с этого времени возможность появления ошибок увеличилась. Например, история путешествия капитана Кука сегодня досконально известна благодаря тому, что в своих дневниках Кук и его астроном Уильям Уэйлс пользовались разными времяисчислениями при описании одного и того же события, причем эта разница во времени сохранялась, и когда корабль находился в море, и когда он стоял в гавани [35].



52. Сигналы времени и дополнительная секунда. (Гринвичская обсерватория.) I - атомное время; II - 1 января 1958г., когда были согласованы атомное время и время, задаваемое вращением Земли; III - время, задаваемое вращением Земли; IV - 1 января 1972г., когда время, задаваемое вращением Земли, точно на 10 с отставало от атомного времени, была введена система дополнительных секунд; V - сигнал времени, шкала UTC

В то время когда проходила Вашингтонская конференция, астрономическое исчисление по-прежнему широко использовалось, но от применения морских суток моряки многих стран отказались в пользу гражданских суток. В королевском военно-морском флоте Великобритании морские сутки были отменены инструкцией адмиралтейства от 11 октября 1805г. (за десять дней до Трафальгарской битвы), предлагающей новый вид вахтенного журнала, в котором предписывалось «для всех королевских кораблей использовать календарные, или гражданские, сутки, начинающиеся в полночь... Необходимо заметить, что ночной сигнал для каждых суток месяца остается в силе до светового времени следующих суток» [36]. Об этом говорилось, конечно, по той причине, члр астрономы предпочитали начинать сутки в полдень. Морские сутки были забыты не только на королевском флоте, но с 1820-х гг. и на судах Ост-Индской компании; однако многие другие торговые суда продолжали применять их до середины XIX в. Более того, как видно из материалов

конференции, на судах некоторых стран морские сутки использовались позднее.



53. *Пульт службы времени Гринвичской обсерватории, Хёрстмонсо. (Гринвичская обсерватория.)*

На обсуждение предыдущей резолюции V было затрачено так много сил, что резолюция VI была утверждена единогласно и почти без обсуждения. И тем не менее, несмотря на кажущееся единодушие, прошло еще тридцать пять лет, прежде чем ее рекомендации были полностью выполнены.

VII. «Конференция выражает надежду, что технические исследования, предпринимаемые для упорядочения и распространения десятичной системы счисления углов и времени, будут обобщены настолько, что это позволит распространить их результаты на все случаи, где это представляет реальные преимущества».

Приведенная резолюция, аналогичная одной из резолюций Римской конференции, была выдвинута Францией. После непродолжительной дискуссии о том, должен ли рассматриваться вопрос о десятичном отсчете углов и времени на настоящей конференции, резолюция была поставлена на голосование и принята 21 голосом; Германия, Гватемала и Швеция воздержались.

Перед самым концом конференции Великобритания предложила на рассмотрение еще две резолюции. Первая рекомендовала применение поясного времени в качестве местного гражданского времени «на последовательных меридианах, расположенных вокруг земного шара с интервалами времени в 10 мин, или кратных 10 мин от нулевого меридиана». (Шведский астроном Гильден предложил систему поясного времени, основанную на промежутках в $2,5^\circ$, или 10 мин.) В другой резолюции говорилось о том, что соглашения по применению всемирных суток в международной телеграфной связи должны быть оставлены на рассмотрение соответствующего Международного конгресса. Однако, поскольку эти вопросы уже рассматривались конференцией и вошли как составные части в принятые резолюции, предложения Великобритании были отвергнуты.



54. Гринвичский сигнальный шар сегодня

Итак, после подведения итогов и кратких благодарственных речей, прозвучавших на заключительном заседании 1 ноября, Международная меридианная конференция 1884 г. завершила свою работу. Эта конференция, в частности, знаменательна тем, что она рекомендовала применять гринвичское время в качестве всемирного времени. Интересно отметить, что три основные резолюции, в которых говорится о целесообразности применения единого нулевого меридиана всемирных суток и десятичного отсчета углов и времени, были приняты почти единогласно. При утверждении трех специальных резолюций, определяющих нулевой меридиан и всемирное время, Великобритания и США вместе с большинством стран проголосовали «за», тогда как Бразилия, Франция и Доминиканская республика воздержались или проголосовали против. Австро-Венгрия, Германия, Италия, Нидерланды, Испания, Швеция, Швейцария и Турция поддержали блок Великобритании и США в выборе гринвичского меридиана, но воздержались или проголосовали против принятия других резолюций.

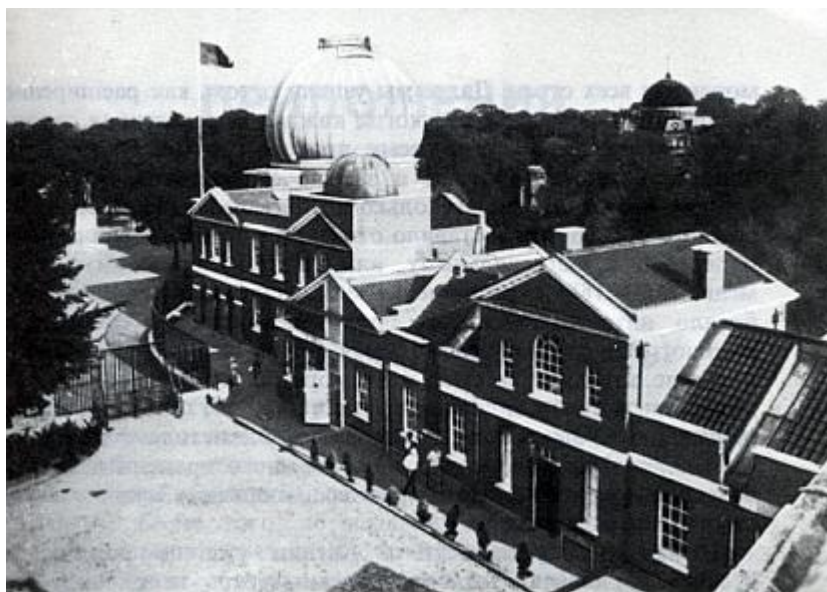
6. Гринвичское время для всего мира: 1884-1939 гг.

Поясное время

Основное воздействие, которое Вашингтонская конференция оказала на повседневную жизнь людей, заключалось в том, что отныне различные государства земного шара одно за другим начали применять систему поясного времени, основанную на всемирном нулевом меридиане - меридиане Гринвича, - и это несмотря на то, что названная система всего лишь обсуждалась на конференции, а отнюдь не была рекомендована специально.

Поначалу многие из тех, кто был связан с введением всемирных суток и всемирного времени (иначе, земного или космического времени), полагали, что единое время будет использоваться на всем земном шаре для любых целей. Но эта точка зрения нашла мало последователей. Зонно-временная система Дауда с одночасовым различием во времени

между соседними поясами явилась компромиссом для сосуществования всемирного и местного времен: в соответствии с этой системой показания часов не могли отличаться более чем на 30 мин от местного времени, минутные стрелки на всех часах должны были находиться в одинаковом положении, а часовые стрелки следовало переводить точно на один час при перемещении в соседний пояс. Тем, кто сокрушался по поводу того, что Солнце в полдень не находится точно на меридиане, было замечено, что переход от истинного времени к среднему-что уже было осуществлено в наиболее развитых странах мира - является гораздо более решительным шагом, чем замена местного среднего времени поясным. А многие ли в свое время, когда произошел переход от истинного времени к среднему, осознали, что в ноябре первая половина суток (до полудня) стала почти на полчаса длиннее второй, и наоборот, первая половина февральских суток стала на полчаса короче второй?



55. Гринвичский меридиан сегодня. (Национальный морской музей.)

Еще до созыва Вашингтонской конференции четыре страны - Великобритания, Швеция, США и Канада - перешли на новую систему. Таблица 2 позволяет нам увидеть, как система поясного времени постепенно проникала в различные страны, причем поначалу она в основном использовалась лишь на железных дорогах и телеграфах, но вскоре получила законные права и начала применяться повсеместно. К 1905 г. среди ведущих стран мира, которые не приняли новую систему, находились Франция, Португалия, Голландия, Греция, Турция, Россия, Ирландия, а также большинство стран Центральной и Южной Америки, исключая Чили. Тридцать шесть государств уже ввели поясное время, причем в двадцати из них гринвичский меридиан служил основой для отсчета времени; из оставшихся шестнадцати только две страны не соглашались перейти на эту систему. Франция вместе с Алжиром сначала не признавала эту систему и в качестве государственного времени использовала среднее парижское время (по закону от 14 марта 1891 г.). Во всех же других странах - поскольку время на железных дорогах там уже повсеместно отсчитывалось в новой системе - был осуществлен переход на поясное время. В декабре 1891 г. Паскье писал в «Сьель э Терр», что «почти единодушное согласие цивилизованных государств насчет гринвичского меридиана должно содействовать тому, что приверженцы других меридианов сложат свое оружие; и с этого времени все усилия должны быть направлены на осуществление часовой унификации, простой, рациональной и практичной» [1].

Почти пять лет спустя, 27 октября 1896 г., депутат Девиль внес в палате депутатов законопроект, предлагающий установить во Франции среднее гринвичское время (GMT -

Greenwich Mean Time). Этот законопроект с некоторой поправкой - декретное время должно быть выражено средним парижским временем, уменьшенным на 9 мин 21 с (что в общем - то соответствовало среднему гринвичскому времени, которое, однако, не упоминалось) - прошел 24 февраля 1898 г. через сенат, после чего был направлен в парламентскую комиссию, где и задержался на двенадцать долгих лет. По-видимому, министерства торговли, промышленности, почт и телеграфов и общественных работ готовы были принять этот законопроект, но он вызвал энергичные возражения со стороны министерства народного образования и военно-морского флота.



56. Гринвичский меридиан сегодня. (Национальный морской музей.)

Наконец, 9 марта 1911 г. (радио тогда уже стало реальностью) во Франции был принят закон, согласно которому начиная с ночи с 10 на 11 марта следовало считать «декретным временем во Франции и Алжире парижское среднее время с задержкой на 9 мин 21 с» [2]. Этот закон действовал вплоть до 9 августа 1978 г., когда был принят декрет, предписывающий определять французское декретное время на основе координированного всемирного времени (UTC - Coordinated Universal Time, которое по определению не может отличаться от времени GMT более чем на 0,9 с) путем добавления к нему или вычитания из него точного количества часов [3]. Значение этого декрета обсуждается в гл. 7.

(Замечания : 1. Названия стран приводятся в том виде, как они существовали в те годы, что указаны в списке. 2. В ряде стран поясное время было введено на железных дорогах и телеграфах раньше, чем дата, указанная в списке. 3. Страны, не имеющие выхода к морю, как правило, в этот перечень не включались)

Таблица 2. Данные о введении на земном шаре системы поясного времени, основанной на гринвичском меридиане (включая получасовые зоны)

1848 Великобритания (декрет в 1880 г.)
1879 Швеция

1883 Канада, США (декрет в 1918 г.)
1884 Сербия
1888 Япония
1892 Бельгия, Нидерланды, Южная Африка (кроме Наталя)
1893 Италия, Германия, Австро-Венгрия (на железных дорогах)
1894 Болгария, Дания, Норвегия, Швеция, Румыния, Турция (на железных дорогах)
1895 Австралия, Новая Зеландия, Наталь
1896 о. Формоза
1899 Пуэрто-Рико, Филиппины
1900 Швеция, Египет, Аляска
1901 Испания
1902 Мозамбик, Родезия
1903 Тзиндао, Тяньцзин
1904 Китайское побережье, Корея, Маньчжурия, Северное Борнео
1905 Чили
1906 Индия (кроме Калькутты), Цейлон, Сейшельские острова
1907 о. Маврикий, архипелаг Чагос
1908 Фарерские острова, Исландия
1911 Франция, Алжир, Тунис и многие французские владения. Британская Вест-Индия
1912 Португалия и ее владения, оставшиеся французские владения, Самоа, Гавайи, о. Мидуэй, о. Гуам, о. Тимор, архипелаг Бисмарка, Ямайка, Багамские острова
1913 Британский Гондурас, Дагомея
1914 Албания, Бразилия, Колумбия
1916 Греция, Ирландия, Польша, Турция
1917 Ирак, Палестина
1918 Гватемала, Панама, Гамбия, Золотой Берег
1919 Латвия, Нигерия, РСФСР
1920 Аргентина, Уругвай, Бирма, Сиам
1921 Финляндия, Эстония, Коста-Рика
1922 Мексика
1924 Ява
1925 Куба
1928 Китайский остров (о. Тайвань)
1930 Бермудские острова
1931 Парагвай
1932 о. Барбадос, Боливия, Датская Вест-Индия
1934 Никарагуа
к 1936 Лабрадор, о. Норфолк
к 1937 о. Каймана, о. Кюрасо, Эквадор, о. Ньюфаундленд
к 1939 о. Фернандо-По, Персия
1940 Голландия
к 1940 о. Лорд-Хау
к 1948 Аден, о. Вознесения, Бахрейн, Британское Сомали, Калькутта, Датская Гвиана, Кения, Федеративные штаты Малайи, Оман, проливы Сетлмент, о. Св. Елены, Уганда, Занзибар
к 1953 Раратонга, Южная Джорджия
к 1954 о-ва Кука
к 1959 Мальдивийская островная республика
к 1961 о-ва Тонга
к 1962 Саудовская Аравия
к 1964 о-ва Ниуэ
1972 Либерия

(В 1978 г. Гвиана имела время, на 3 ч 45 мин опережающее гринвичское; Чатем - на 12 ч 45 мин отстающее от гринвичского. Во всех остальных странах время отличалось от гринвичского на час или полчаса)

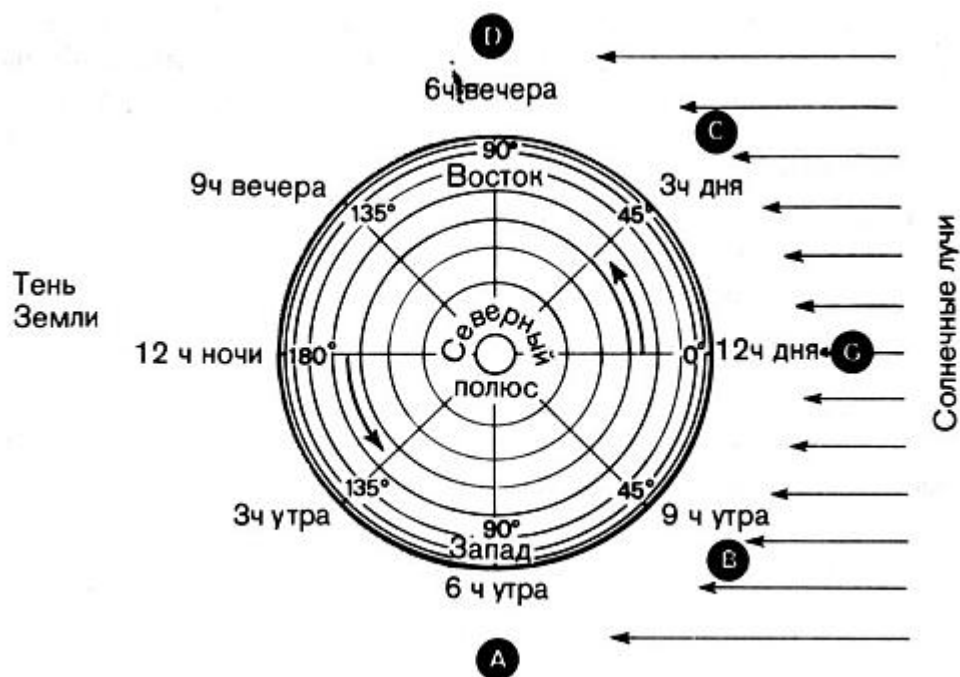
(В 1909 г. декретное время было изменено на амстердамское и в 1940 г.-на центрально-европейское)

(Основные источники : *Koppenstatter (ed.). Zonen und Sommerzeiten aller lander und Stadte den Erde (Munchen [1937]); US National Bureau of Standards. "Standard Time throughout the World", Circular of the Bureau of Standards, no. 399 (15 Sept. 1932); The Observatory, Feb. 1901, 99-91; Abridged Nautical Almanac annualy*)

Что касается других упомянутых выше стран, то Португалия перешла на систему времени, основанную на меридиане Гринвича, в 1912г.; Бразилия и Колумбия - в 1914г.; Греция, Ирландия, Польша и Турция - в 1916 г.; РСФСР-в 1919 г.; Аргентина и Уругвай - в 1920 г.; Голландия, на железных дорогах которой гринвичское время было установлено еще в 1892 г., до 1909 г. пользовалась для всех других целей амстердамским средним временем вместо местного времени; на центрально-европейское время она была вынуждена перейти 19 мая 1940 г. в период немецкой оккупации; окончательно его применение было утверждено в 1956 г. Последним государством, принявшим новую систему, была Либерия, где до января 1972 г. декретное время отставало на 44 мин 30 с от гринвичского.

Унификация гражданских и астрономических суток

Астрономы, однако, оказались более консервативными. Хотя резолюция VI Вашингтонской конференции была принята единогласно, существовала весьма сильная оппозиция среди определенной части астрономов, которые отнеслись отрицательно к предложению начинать отсчет астрономических суток в полночь, а не в полдень. Об этом они откровенно заявили на проходившем через год ПОАЛС Вашингтонской конференции Женевском астрономическом конгрессе, где резолюция VI подверглась критике со стороны большинства присутствовавших там астрономов; к ним, в частности, относились Ньюкомб (США), Титъен и Ауверс (Берлин), Гилден (Стокгольм); однако ее поддержал О. В. Струве (Пулково). Несмотря на то что еще в 1804 г. Лаплас предложил подобную унификацию и его предложение после длительного обсуждения было принято Бюро долгот 7 голосами против 5, ежегодник «Конесанс де тампс» остался верен старой традиции [4].



57. Долгота и время (Земля показана в момент равноденствия)

В 1885 г. Британия перешла на гражданские сутки при спектроскопических, магнитных и метеорологических исследованиях, да и все часы Гринвичской обсерватории с циферблатами, имеющими двадцать четыре деления (включая часы, висящие за воротами обсерватории), к 1 января 1885 г. были переведены на гражданское время, при котором сутки начинаются в полночь. Однако астрономы в своих наблюдениях и при составлении «Морского альманаха» продолжали использовать астрономическое время в соответствии с международными соглашениями. В 1893 г. объединенный комитет Канадского института и астрофизического общества Торонто, возглавляемого Сэнфордом Флемингом, направил астрономам всех государств циркуляр с вопросом: «Считаете ли вы желательным, чтобы начиная с 1 января 1901 г. и в дальнейшем астрономические сутки всегда начинались в среднюю полночь?» [5]. Из 171 полученного ответа 108 были положительными и 63 отрицательными. Если проанализировать эти ответы по странам, то оказывается, что 18 стран ответили положительно (включая США, хотя Саймон Ньюкомб не ответил), 4 - отрицательно (Германия, Голландия, Норвегия, Португалия).

Приблизительно в это же время В. М. Гринвуд из Глассондока (Ланкастер, Англия) разослал кораблям всех стран письма с четырьмя вопросами, довольно полно отражающими рекомендации Вашингтонской конференции. На третий из этих вопросов - когда начинать сутки: в полночь или в полдень? - было получено 409 ответов: 399 корреспондентов предпочли первое, 10-второе. По поводу применения 24-часовой системы счета времени суток 22 человека высказались против [6]. Министерство иностранных дел Франции в 1884 г. попросило Бюро долгот высказать свое мнение по этому поводу: 7 человек против 5 проголосовали в пользу такого изменения [7]. Но, несмотря на общее положительное мнение по вопросу о переходе на гражданское время, среди астрономов согласия по-прежнему не было - и морские ежегодники продолжали считать полдень началом суток. Позднее, в 1917 г., на англо-французской конференции по вопросам хранения времени в открытом море была принята, в частности, следующая резолюция:

11. С точки зрения моряков могли бы возникнуть значительные преимущества, если бы во всех морских публикациях сутки стали начинаться в 0 ч пополуночи вместо 0 ч пополудни, как это делается при отсчете астрономических суток. Королевское астрономическое общество должно выяснить точку зрения астрономов по поводу такого

перехода, включая возможность всеобщей замены астрономических суток гражданскими [8].

Мнения разделились, но ответы на вопрос циркуляра Королевского астрономического общества о переходе на гражданские сутки были в целом благоприятными. Многие астрономы, хотя и с неудовольствием, согласились с этим, поскольку такая замена была благоприятна для моряков. Итак, начиная с 1925 г. британский и многие другие морские альманахи стали составляться на основе гражданских суток, начинающихся в полночь.



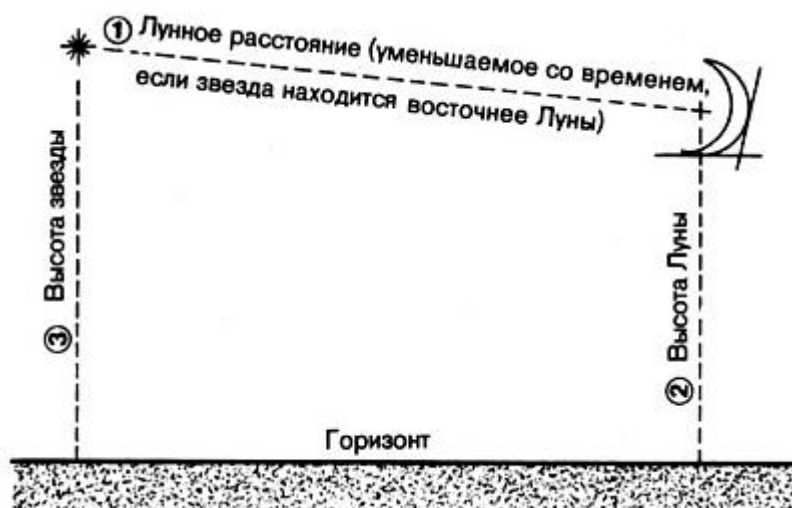
58. Изменение расстояния Луны относительно Солнца (как показано здесь) или относительно зодиакальной звезды (указаны величины на 1 октября 1772 г.)

Однако астрономы продолжали выдвигать возражения, которые главным образом были связаны с употреблением названия шкалы времени - GMT: до 1925 г. сутки по шкале GMT начинались в полдень; они спрашивали, может ли новая шкала времени, отличающаяся на 12 ч от первой, называться сходным образом? В Америке даже было принято новое наименование шкалы времени - гринвичское гражданское время (GCT - Greenwich Civil Time); но британское адмиралтейство, опасаясь возможной путаницы-такое сокращенное обозначение уже имел военный маяк (Gunnery Control Tower), - не согласилось с этим. В 1928 г. Международный астрономический союз рекомендовал назвать шкалу времени, используемую в ежегодниках, шкалой всемирного времени (UT - Universal Time). После этого UT стало применяться в астрономии, хотя термин GMT до сих пор используется в навигационных публикациях, железнодорожных и самолетных расписаниях, а также для международной кабельной и радиосвязи [9].

Международная линия перемены дат

Очевидно, что существует и противоположность нулевому меридиану, т.е. меридиан, удаленный от него на 180° , - международная линия перемены дат, по разные стороны от которой даты различны. Например, к западу от этой линии будет понедельник, а к востоку - еще только воскресенье. Проблема, связанная с изменением даты, возникла очень давно-одновременно с первыми кругосветными путешествиями. Когда испанские моряки, оставшиеся в живых после путешествия Фернана Магеллана, завершили в 1522 г. свое плавание, оставив позади пролив, названный позднее в честь самого Магеллана, Тихий океан, Филиппинские острова (где в 1520г. был убит Магеллан), острова Пряностей (Моллукские острова) и мыс Доброй Надежды, они не только доказали на практике, что Земля круглая, но и обнаружили, что каким-то образом выиграли день своей жизни. Об этом нам поведал Антонио Пигафетта, молодой итальянский дворянин, из дневника которого можно многое узнать о данном путешествии. Несмотря на то что острова Зеленого Мыса принадлежали Португалии и поэтому были вражеской территорией, испанцы вынуждены были произвести там стоянку корабля «Виктория», чтобы пополнить запасы продовольствия.

9 июля 1522 г. Пигафетта записал в своем дневнике:



59. *Определение долготы методом лунных расстояний; этот метод требует почти одновременного проведения трех наблюдений: 1) углового расстояния между Луной и выбранной звездой (или Солнцем); 2) высоты Луны над горизонтом; 3) высоты звезды или Солнца над горизонтом*

Чтобы определить, не ошиблись ли мы в счете дней, мы поручили сошедшим на берег спросить, какой сегодня день недели; они выяснили у жителей острова португальского происхождения, что сегодня четверг - это нас сильно удивило, так как, по нашему мнению, была только среда. Мы не могли поверить, что ошиблись; я же был удивлен более других, поскольку, пребывая всегда в добром здравии, отмечал каждый день без исключения, описывая все события дня. Потом мы сообразили, что ошибки с нашей стороны не было, но так как мы все время плыли на запад, следуя за Солнцем, и вернулись к тому же месту, то должны были выиграть двадцать четыре часа, что станет ясно всякому, кто задумается над этим [10].

Таким образом, когда в районе Тихого океана совершались плавания с запада на восток или наоборот, возникало расхождение в датах. Португальцы, а затем голландцы, французы и англичане достигли Ост-Индии, двигаясь со стороны мыса Доброй Надежды, испанцы - с противоположной стороны, обогнув Америку и оставив позади себя Филиппины и Ладронские (Марианские) острова в Тихом океане. До 1844 г. на Филиппинских островах вели счет дням по «американскому исчислению», тогда как на о. Целебес, расположенном на той же долготе, сохранялось «азиатская дата».

Другой пример «попадания в ложное полушарие» при счете времени возникал на севере, где Азия встречается с Америкой. Вдохновленные открытием Беринга, русские скупщики мехов еще в 1745 г. обосновались на Аляске. В конечном счете Аляска стала частью территории русского государства, жители которой исповедовали православную веру и пользовались Юлианским календарем, - поэтому даты здесь были теми же, что в Санкт-Петербурге и Москве. После того как в 1867 г. США купили Аляску у царского правительства за 11 млн. руб. золотом, на ее территории был введен Григорианский календарь.

В 1879 г. британский губернатор островов Фиджи (через которые проходит меридиан долготы 180°) распорядился на всех островах жить по единому времени «антиподов». Король Самоа, однако, под нажимом американских торговцев поступил иначе и, сменив в своем королевстве дату «антиподов» на американскую, приказал отметить 4 июля (День независимости - национальный Штатов Америки. - Прим, перев) в этом году дважды! [11].

Первоначально нанесенная линия перемены дат имела изгиб к западу от Гавайских

островов, с тем чтобы не отделять от них острова Моррел и Байере, появившиеся на картах в XIX в. на западном конце цепи Гавайских островов. Когда же позднее было доказано, что в действительности этих двух островов нет, линия перемены дат была выпрямлена. Острова Кука при этом оказались по одну сторону от нее, а Новая Зеландия, у которой они находятся в административном подчинении, - по другую. Местные жители шутят: «Когда в Раратонге сегодня, в Веллингтоне уже завтра».

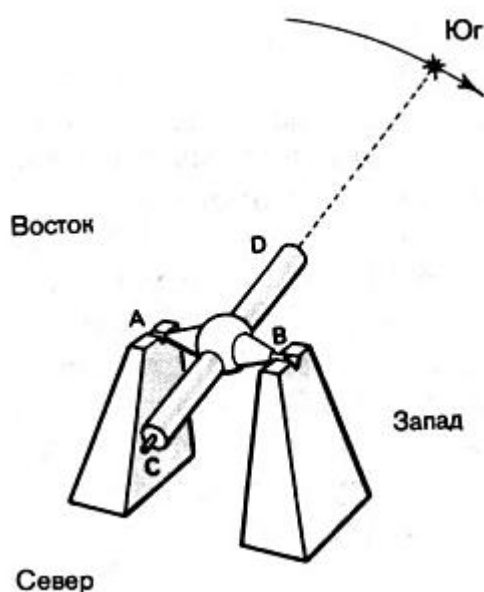
Совсем неважно то, что нанесение на карты международной линии перемены дат не зафиксировано официальным международным соглашением, а является, по словам главного гидрографа военно-морского флота Британии, «просто способом графического выражения... различия дат, которое существует среди некоторой группы островов в Тихом океане».

Радиосигналы времени

Появление радиосигналов времени было основным шагом в усовершенствовании методов распространения времени, особенно для навигационных нужд. Наконец-то корабли получили возможность устанавливать свои хронометры по сигналам с материка. Радиосигналы времени позволили окончательно покончить с методом лунных расстояний, применяемым для определения долготы в открытом море. Теперь на любом корабле для этой цели достаточно было иметь довольно дешевый хронометр, хотя метод лунных расстояний все еще пытались изредка применять (возможность для этого имелась). Однако было решено прибегать к этому методу лишь в том случае, когда у штурмана не будет иного способа проверить хронометры. В британском «Морском альманахе» публикация таблиц лунных расстояний прекратилась в 1907 г., так как радио ликвидировало подобную необходимость; тем не менее инструкции по вычислению и редукции лунных расстояний продолжали печататься до 1924 г. Таким образом, одной из наиболее важных дат в нашей истории о времени по праву следует считать 29 марта 1899 г. В этот день Гильельмо Маркони, расположившись вблизи Болоньи, с помощью аппаратуры, сконструированной французом Эдуардом Бранли, принял сигнал, посланный через Ла-Манш из Дувра. А два года спустя, находясь на о. Ньюфаундленд, Маркони принял первую трансатлантическую передачу радиосигналов (*Изобретателем электрической связи без проводов (радиосвязи) является русский физик и электротехник А. С. Попов, который 25 апреля 1895 г. продемонстрировал изобретенный им первый в мире радиоприемник. - Прим. перев).*

Самыми первыми беспроводными сигналами времени, используемыми для навигационных целей, были маломощные широкоэвещательные сигналы, переданные весной 1904 г. радиослужбой ВМС США из Навесинка. А первая из регулярных ежедневных передач полуденных сигналов времени из Вашингтона состоялась в январе 1905 г. В декабре 1912 г. начал передачу мощных радиосигналов времени Арлингтон [12]. В Германии в 1907 г. радиостанция «Норддойч радио» (30 км к северу от Эмдена) начала экспериментальные передачи радиосигналов, а с мая 1910 г. они стали передаваться регулярно. Во Франции служба времени никогда не контролировалась национальной обсерваторией подобно тому, как это делалось в Британии еще с 1852 г. Вплоть до 1880 г. телеграфные сигналы времени посылались только в те города Франции, которые в этом нуждались, причем только один раз в неделю, по воскресеньям, сначала в Руан и Гавр, затем в Ла-Рошель, Нанси, Сен-Назер, Шамбери и Клузе [13]. Однако в 1908 г. Бюро долгот рекомендовало регулярно передавать с Эйфелевой башни беспроводные сигналы времени. Военное министерство согласилось субсидировать этот проект. К январю 1910 г. все было готово, но, когда служба времени должна была начать работу, Сена вышла из берегов и затопила подземное помещение на Шамп-де-Марс, где было смонтировано оборудование. После ремонта 23 мая 1910 г. начались регулярные передачи сигналов времени, которые велись ежедневно в полночь по среднему парижскому времени. С 21 ноября ежедневно стал передаваться 11-часовой сигнал. А 9 марта 1911 г. по декрету от того же числа Франция перевела стрелки часов назад, чтобы привести их в соответствие с GMT, но только 1 июля сигналы с Эйфелевой башни начали

передаваться по шкале GMT в 10.45 и 23.45 ежедневно. С февраля 1912 г. стали передаваться ритмические сигналы, основанные на верньерном принципе, что позволило определять ошибки в ходе часов с точностью до 0,01 с [14]. После второй мировой войны подобные «научные» сигналы времени стали передаваться во многих других странах (1 декабря 1920 г. Главная астрономическая обсерватория в Пулкове приступила к регулярной трансляции радиосигналов точного времени через Петроградскую радиостанцию «Новая Голландия», а с 25 мая 1921 г. сигналы точного времени стали передаваться и через Московскую Октябрьскую радиостанцию на Ходынке. С 1931 г. сигналы точного времени стала передавать Служба времени Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга. - Прим. перев).



60. *Пассажный инструмент, применяемый для определения точного момента пересечения меридиана небесным телом. Ось АВ лежит в горизонтальной плоскости и направлена точно с востока на запад, вследствие чего ось телескопа CD лежит в плоскости меридиана*

Поначалу в Англии не предпринималось серьезных попыток создать службу беспроводных сигналов времени, которая, безусловно, представила бы большую ценность для флота. Как это ни удивительно, считалось, что в военное время передача радиосигналов времени должна быть прекращена. Тем не менее в Гринвиче была создана служба по приему радиосигналов, благодаря которой время, определяемое по сигналам зарубежных станций, сравнивалось с временем, измеряемым в Гринвиче, и полученная разница сообщалась ответственному по обсерватории лицу.

Международное бюро времени

К 1911 г. обнаружилось, что радиосигналы времени, передаваемые различными станциями, могут отличаться друг от друга на несколько секунд. После принятия шкалы GMT, устранившей одно из препятствий для международного сотрудничества, французы захватили инициативу в вопросе сличения радиосигналов времени и в мае 1912 г. обратились к правительствам ряда стран с предложением прислать своих представителей «для изучения способов и средств, способных помочь практической стандартизации радиосигналов времени, и для составления планов международной службы времени, которая могла бы удовлетворить всем требованиям» [5].

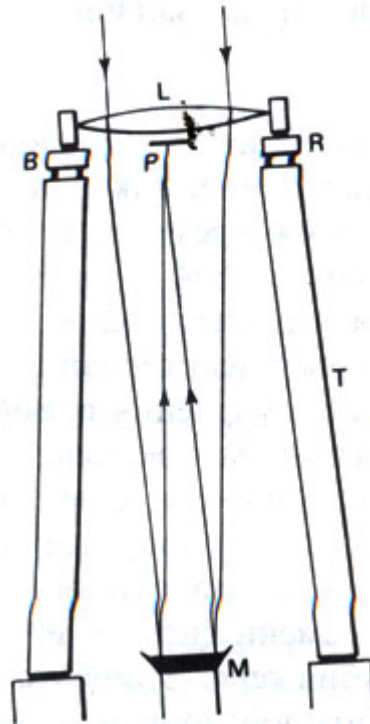
12 октября 1912 г. в Парижской обсерватории открылась конференция, на которой

присутствовали делегаты от шестнадцати стран; среди них находились руководители большинства государственных обсерваторий, в том числе от Британии-новый королевский астроном Ф. В. Дайсон и помощник главного гидрографа капитан Ж. Ф. Парри, от США - профессор Азаф Холл из военно-морской обсерватории, от Германии - профессор В. Форстер из Берлинской обсерватории. После продолжительных дискуссий было предложено создать Международную комиссию времени, которая должна была заняться следующими тремя основными вопросами: унификацией сигналов времени, обеспечением возможности использования GMT во всем мире и созданием Международного бюро времени (МБВ), которое призвано было координировать результаты наблюдений и вычислять наиболее точное время. Было предложено также с 1 июля 1913 г. приступить к передаче сигналов времени во всемирном масштабе по следующему расписанию:

Станция	Время (GMT) передачи сигнала, ч
Париж	0
о. Фернандо (Бразилия)	2
Арлингтон (США)	3
Манила (Филиппины)	4
Могадишо (Сомали)	4
Тимбукту	6
Париж	10
Норддойч-Вильгельмсхавен	12
о. Фернандо (Бразилия)	16
Арлингтон (США)	17
Массава (Эритрея)	18
Сан-Франциско (США)	20
Норддойч-Вильгельмсхавен	22

Вторая Международная конференция по времени, состоявшаяся в Париже в октябре 1913 г., носила скорее дипломатический, нежели научный характер. Эта конференция, на которую были приглашены представители из тридцати двух стран, должна была выработать устав новой организации - Международной ассоциации времени, основной задачей которой должно было явиться осуществление руководства МБВ. По просьбе комитета конференции директор Парижской обсерватории (в ожидании утверждения различными государствами предложений конференции) создал в 1913 г. предварительное Бюро времени. Однако первая мировая война, разразившаяся в следующем году, помешала ратификации этих предложений. Несмотря на многие трудности, предварительное Бюро времени продолжало работать в течение всей войны.

Световой поток от звезды



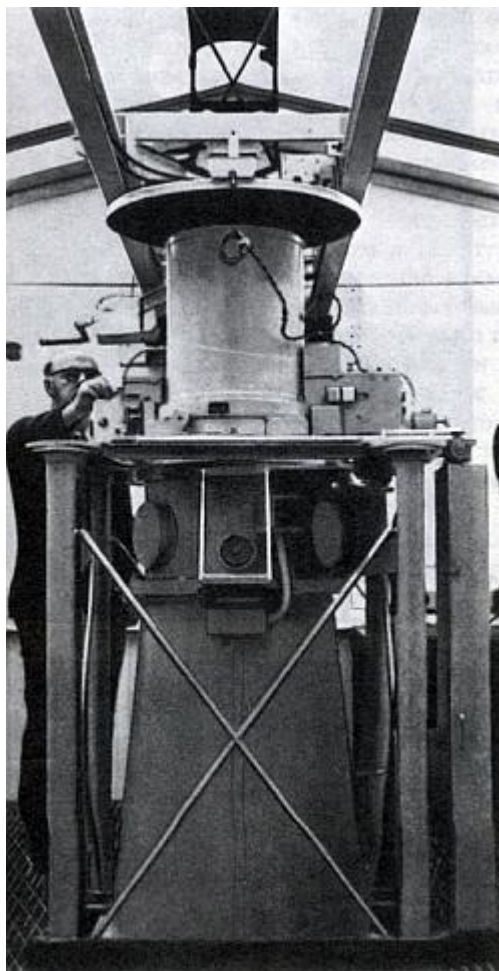
61. Фотографическая зенитная труба-схематический рисунок; *L* - объектив, расположенный на роторе *R*; *M* - ртутная ванна; *P* - фотографическая пластинка, *T* - коническая труба, поддерживающая ротор, который поворачивается на шарикоподшипниках *B*. (Королевское астрономическое общество.)

В 1918 г. Королевское общество Великобритании проявило инициативу, стремясь возобновить международное научное сотрудничество, прерванное войной, и в октябре в Лондоне была созвана конференция научных академий стран Атланты. Подобные конференции состоялись в Париже в ноябре 1918 г. и в Брюсселе - в июле 1919 г. На последней встрече был сформирован Международный астрономический союз (МАС). На съезде этого союза, состоявшемся в том же году, была организована Комиссия времени, служащая той же цели, что и созданная в 1913 г. Ассоциация времени; главной задачей новой организации опять же являлось осуществление надзора за МБВ, которое наконец-то 1 января 1920 г. было основано как международный орган. Бюро времени, руководимое Гийомом Бижурденом (1851-1932), действовало в стенах Парижской обсерватории [1].

Летнее время

Так называемое летнее время было «детищем» Уильяма Уиллетта, лондонского строителя. В брошюре, разосланной в 1907 г. многим членам парламента, городским муниципалитетам, бизнесменам и разным организациям, он отмечал: «Почти на протяжении полугода Солнце каждый день освещает Землю в те часы, когда мы еще спим, и быстро приближается к горизонту, пройдя свой путь на запад, когда мы возвращаемся домой после трудового дня...» [7]. Уиллетт предложил «для улучшения самочувствия и жизнерадостности» в каждое из четырех воскресений апреля постепенно переводить стрелки часов вперед на 20 мин и в сентябре таким же образом возвращать их назад. Но, кроме улучшения здоровья и жизнерадостности, это приведет, как утверждал Уиллетт, к уменьшению расхода электроэнергии: при ее стоимости 0,1 пенни в час это позволит сэкономить 2,5 млн. ф. ст. Хотя предложенная Уиллеттом схема выглядела нелепой и

встретила значительное сопротивление, особенно со стороны фермеров, тем не менее в 1909 г. был составлен законопроект о введении летнего времени, который неоднократно рассматривался в парламенте, но до войны так и не был принят.



62. Гринвичская фотографическая зенитная труба, 1974 г. (Гринвичская обсерватория.)

В апреле 1916 г. летнее время было введено (в целях экономии энергии) в Великобритании, а через неделю - почти во всех странах, как союзнических, так и неприятельских. Уиллетт умер годом раньше, так и не дождавшись претворения своих идей в жизнь. Многие государства сразу же после окончания войны отказались от летнего времени, другие - неоднократно то вводили это время, то отказывались от него, а некоторые страны сохраняли такое смещение времени в течение всего года. В период второй мировой войны Англия и зимой жила по «летнему времени», а летом вводила «двойное летнее время» (DBST, на два часа опережающее GMT) (До 1930 г. в нашей стране ежегодно на летний период стрелки часов переводились на час вперед, а осенью вновь ставились в соответствии с поясным временем. Декретом правительства от 16 июня 1930 г. по всей стране было установлено летнее время, получившее в отличие от поясного времени название декретного. С 1 апреля 1981 г. из экономических соображений был восстановлен принцип перевода времени летом на час вперед. Таким образом, в летний период наша страна живет по двойному летнему времени. Декретное время Москвы (Москва находится во втором часовом поясе) называется московским временем. - Прим. перев).

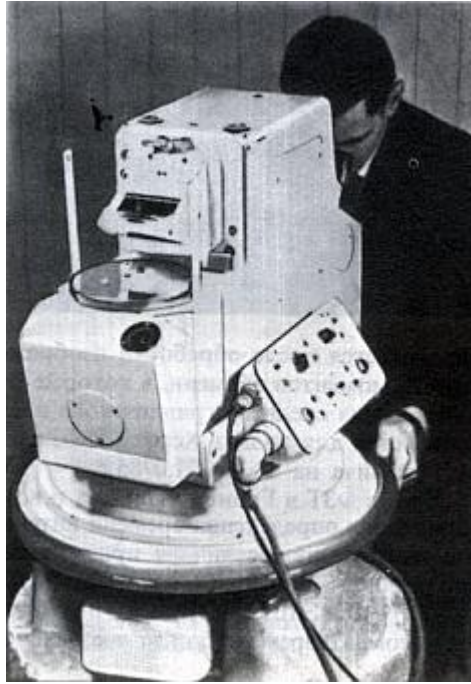


63. Пульт управления ФЗТ в Гринвиче. 'Наблюдателя' как такового не существует. Оператор контролирует работу дистанционно, сидя за пультом. (Национальный морской музей.)

В период 1968-1971 гг. Англия пыталась экспериментировать, сохраняя летнее время (названное британским стандартным временем - BST) весь год, чтобы согласовать свое время со временем других стран Европейского экономического сообщества. Это нововведение вызвало всеобщее недовольство в стране, особенно против него возражало население самых западных районов Великобритании. Эксперимент пришлось прекратить, и с 1972 г. Британия зимой живет по GMT, а летом - по BST. Большинство других стран поступают сейчас подобно Франции - сохраняя летнее время в течение всего года.

Поясное время в открытом море

Как мы уже видели, система точного времени, основанная на гринвичском меридиане (иногда называемая системой поясного времени), на суше была воспринята быстро. Что же касается определения времени в море, то соглашение по этому вопросу не было достигнуто. И хотя штурман использовал GMT в своих расчетах, практически он переводил часы вперед или назад для того, чтобы привести их в соответствие с точным истинным временем, соответствующим местонахождению судна в полдень.

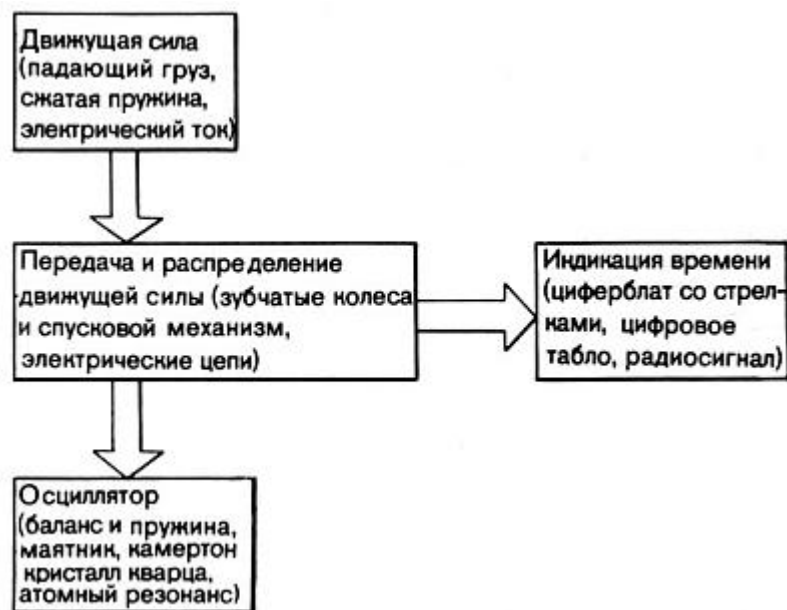


64. Призменная астролябия Дан-жона в Парижской обсерватории. (Парижская обсерватория.)

Поэтому в июне 1917 г. в Лондоне состоялась англо-французская конференция по вопросам использования времени в открытом море. Она рекомендовала применять систему поясного времени в море, т. е. по возможности изменять показания часов в соответствии с изменениями долготы одночасовыми ступенями. Эта рекомендация была немедленно принята британским и французским как военно-морским, так и торговым флотом. Вскоре этому примеру последовали корабли большинства других государств. Таким образом, через несколько лет после окончания войны система поясного времени стала применяться почти на всех судах. И все же старая привычка изменения времени в полдень сохранилась на многих независимых торговых судах вплоть до второй мировой войны.

Широковещательные сигналы точного времени

В дома англичан радиосигналы GMT впервые пришли в 1924 г., когда «Бритиш бродкастинг корпорейшн» (Би-би-си) впервые передала по радио колокольный звон Биг Бена. Ранее, в 1923 г., королевский астроном Франк Дайсон встретился с Джоном Рейтом, генеральным директором Би-би-си, чтобы обсудить вопросы о передаче широковещательных сигналов времени. Известный шеститочечный сигнал времени, в котором звуковые точки отмечают 55, 56, 57, 58, 59 и 60-ю конечные секунды часа, был детищем Дайсона; эта идея возникла у него во время беседы с Фрэнком Хоуп-Джонсом, изобретателем часов со свободным маятником, который в свою очередь предложил сигнал из пяти звуковых точек.



65. Блок-схема часов

5 февраля 1924 г. Дайсон объявил по радио об открытии новой службы. А немного позже на обеде, даваемом в честь этого марконифоном событием часовым институтом, на котором Дайсон был председателем, а Хоуп-Джонс-почетным гостем, какой-то шутник, вспомнив об истории возникновения сигналов времени, протянул Хоуп-Джонсу на блюде шесть апельсиновых зернышек; приняв их, Хоуп-Джонс одно из зернышек с большой торжественностью преподнес председательствующему Дайсону [18].

Говорящие часы

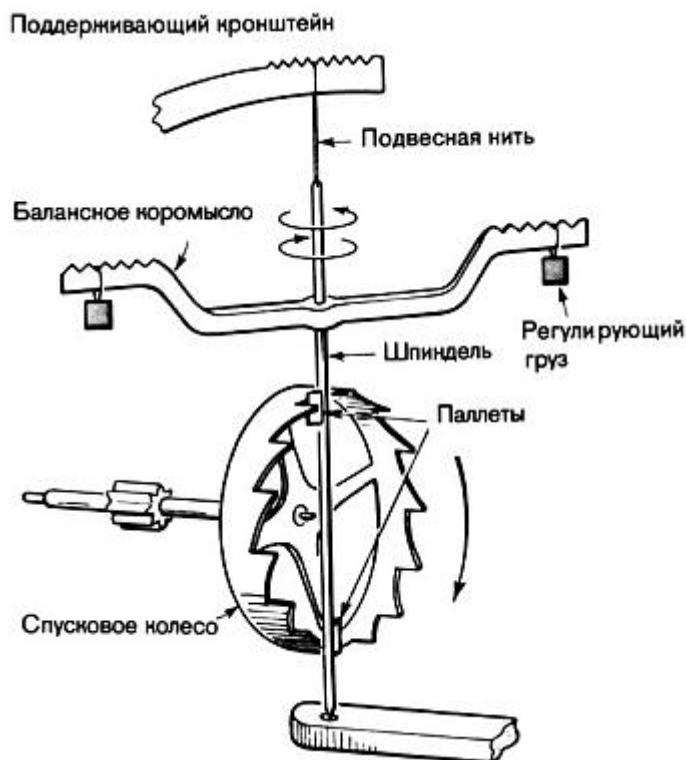
Время по телефону стало передаваться довольно давно. Уже в 1905 г. Парижская обсерватория ввела новый вид обслуживания: в ответ на запрос по телефону с помощью микрофона, установленного в часах среднего времени, передавались сигналы времени, и одновременно в другой микрофон, подсоединенный к той же линии, сотрудник обсерватории вслух отсчитывал часы, минуты и секунды. В 1909 г. Гамбургская обсерватория основала несколько менее точную телефонную службу времени [19]. Парижская телефонная служба времени пользовалась большой популярностью, но была очень обременительна для персонала обсерватории. Поэтому с 14 февраля 1933 г. Парижская обсерватория создала новую службу: полностью автоматические «говорящие часы», доступные любому абоненту, который после набора соответствующего телефонного номера мог узнать точное время. Подобные системы к этому времени применялись также в Страсбурге и за пределами Франции [20].

24 июля 1936 г. аналогичные «говорящие часы» появились в Англии. Набрал соответствующий номер, абонент слышал голос, произносящий с интервалом в 10 с: «Третий удар дается в 6 ч 57 мин 20 с».

Меридиан переехал

Официальные карты Великобритании издавались военной организацией, известной под названием «Государственное картографическое управление»; впервые триангуляция для этих целей проводилась в период 1783-1853 гг. В 1938-1950 гг. триангуляция Великобритании была завершена. Для увязки пассажного инструмента Эри, который по определению должен задавать $00^{\circ} 00'00''$ долготы с другими триангуляционными пунктами, использовались

результаты наблюдения 1949 г. В результате было обнаружено, что долгота пассажного инструмента Эри равна $00^{\circ} 00' 00,417''$ к востоку от исходного гринвичского меридиана. Это казалось невероятным, но повторная триангуляция подтвердила данный результат. Поразительно! Эта ошибка, соответствующая 8,04 м, оказалась значительно больше той, которую можно было бы ожидать даже в XVIII в. По широте отличие было допустимым и составляло $0,039''$ (или 1,21 м).



66. Шпindelный спусковой механизм

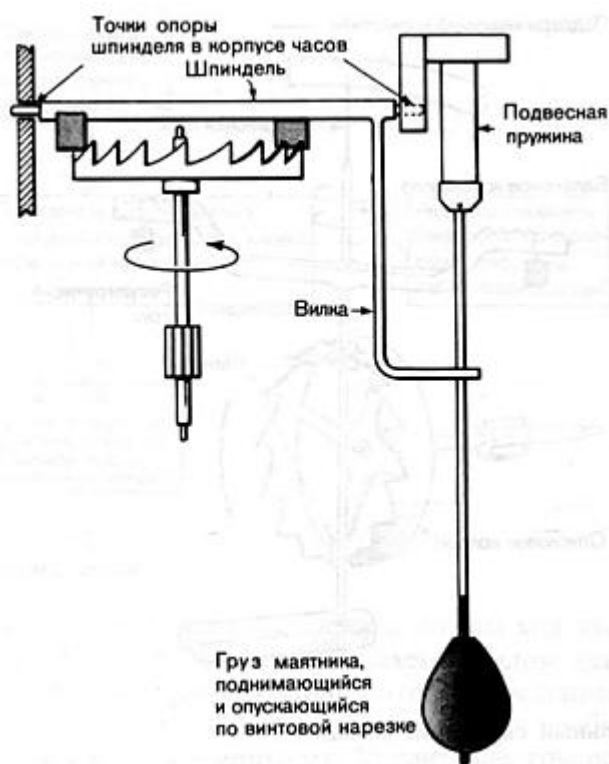
Разъяснение дал главный ассистент королевской обсерватории доктор Р. Аткинсон, отметивший, что в момент главной триангуляции, в 1787 г., большой теодолит был установлен непосредственно перед пассажным инструментом Брадлея, местонахождением которого в то время и задавался гринвичский меридиан. Пассажный инструмент Понда, заменивший предыдущий инструмент в 1816 г., был установлен на тех же столбах, поэтому смещения по долготе не произошло. Однако в 1840-х гг. Эри решил установить новый меридианный инструмент больших размеров, но, чтобы не прерывать наблюдений, новый меридианный круг поместили в Круглой комнате, расположенной восточнее комнаты со старым пассажным инструментом. Тем не менее регулярные наблюдения прохождений звезд, необходимые для определения времени, продолжались на пассажном инструменте Понда.

Первый день наблюдений во второй половине XIX в. пришелся на 4 января 1851 г. (пунктуальный Эри хотел бы провести их 1 января, но английская погода сорвала его планы). В этот день началась работа с новым меридианным кругом - и это привело к эффекту смещения гринвичского меридиана приблизительно на 19 фут (~ 5,7 м) к востоку, что соответствовало разнице во времени прохождения звезд через меридиан менее $1/50$ с; с учетом невысокой точности тогдашних измерений эта величина была слишком мала, чтобы быть замеченной. Когда же в 1884 г. гринвичский меридиан был принят за нулевой, только Великобритании не пришлось переделывать свои карты. Таким образом оказалось, что, поскольку Эри не проинформировал Государственное картографическое управление о произведенной им в 1850 г. замене инструментов, отсчет долготы изменился.

После учета всех этих деталей расхождение между результатами старой и новой триангуляции уменьшилось до 6 см по широте и 1,95 м по долготе [21].

7. Часы, более точные, чем Земля

До сих пор мы подробно говорили о распространении и использовании времени - основного предмета нашего повествования, теперь же перейдем непосредственно к астрономическим часам. Еще совсем недавно основным хранителем времени была сама вращающаяся Земля, и время определялось из астрономических наблюдений; часы же использовались только для того, чтобы «хранить» время в относительно короткие промежутки между наблюдениями. В данной главе основной акцент сделан на усовершенствованиях самих часов и последствиях этих усовершенствований, так как именно за последние сорок лет часы, изготовленные руками человека, превзошли по своей точности такой хранитель времени, каким является Земля.



67. Шпindelный спуск, регулируемый при помощи маятника

За первые два века существования Королевской обсерватории - благодаря изобретению Грэхемом и другими мастерами начала XVIII в. нового спускового регулятора хода и температурно-компенсированного маятника - точность маятниковых часов несколько увеличилась, но эти изобретения нельзя было назвать фундаментальными. В 1676 г. часы с годовым заводом Флемстида работали с точностью в пределах 7 с в сутки; в 1870 г. часы Эри с барометрически-компенсированным регулятором хода (Дент № 1906) имели точность около 0,1 с в сутки (довольно высокую для того времени). Более подробно эти и другие усовершенствования в устройствах хранения времени рассматриваются в приложении III.

В последнем десятилетии XIX в. некоторые ведущие астрономические обсерватории мира (Гринвичская обсерватория не относилась к их числу) начали применять часы, изготовленные конструктором Зигмундом Рифлером (1847-1912) из Мюнхена, которые превышали по точности все прежние образцы часов. Но действительно коренной перелом

произошел в 20-х годах нашего столетия, когда появились часы Шорта со свободным маятником - одно из самых важных усовершенствований в деле хранения времени с момента изобретения маятниковых часов два столетия назад. Идея свободного маятника была предложена Раддом еще в 1899 г., но на практике была осуществлена в 1921-1924 гг. Уильямом Гамильтоном Шортом, железнодорожным инженером, работавшим совместно с Ф. Хоуп-Джонсом и компанией «Синхроном». В обычных маятниковых часах необходимо поддерживать равномерность колебаний качающегося маятника, от которого зависит точность хранения времени, и одновременно отсчитывать эти колебания. В часах со свободным маятником эти две задачи решаются с помощью вторичного маятника, что позволяет основному маятнику все время качаться совершенно свободно, кроме тех долей секунды, когда он через каждые полминуты получает импульс от вторичных часов. Часы Шорта показали точность хода 10 с в год, тогда как лучшие образцы их предшественников имели точность хода около 1 с за 10 дней. Гринвичская обсерватория приобрела первые экземпляры часов Шорта в 1924 г. и использовала часы «Шорт № 3» в качестве стандарта звездного времени. Затем были приобретены и другие часы Шорта. За несколько лет часы со свободным маятником вытеснили в обсерватории все другие более старые часы, некоторые из которых, например часы Грэхема, применялись астрономами в течение почти двух столетий, и все используемые образцы (кроме недавно приобретенной копии часов Рифлера) служили уже не менее 55 лет.



68. Возвратный спуск

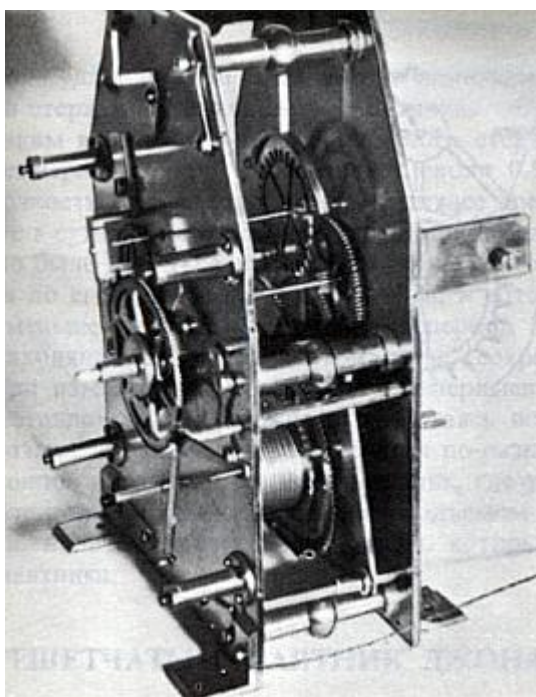
Одно из последствий увеличения точности первичных хранителей времени выразилось в изменении самого предназначения Гринвичской службы времени. С момента основания Эри (в 1852 г.) службы хранения времени ее работа опиралась на двое эталонных часов: звездного эталона и среднего солнечного эталона. Передача сигналов точного времени по радио дала возможность с очень высокой точностью сравнивать между собой часы различных обсерваторий мира по несколько раз в день. Более того, Гринвичская обсерватория сама имела большое количество высокоточных часов. Поэтому в 1938 г. был отменен принятый Эри стандарт - одни часы и появилась возможность использовать среднее значение времени, вычисленное по показаниям нескольких часов, причем одни из этих часов

хранили звездное время, другие - солнечное. Поначалу таких хранителей в Англии было шесть: пять в Гринвиче и один в Национальной физической лаборатории в Теддингтоне; год спустя к ним добавился еще один - в Эдинбурге; все это были часы Шорта со свободными маятниками.

Кварцевые часы

Теперь остановимся на современной концепции времени, в частности рассмотрим различие между понятиями: момент времени («дата» или «эпоха») и интервал времени. Любой человек, спешащий на поезд или самолет, прежде всего интересуется моментом, а, скажем, судья матча по боксу - интервалом времени. Существует еще и третье понятие: частота периодически повторяющегося явления, или число циклов этого явления в единицу времени; современное название единицы частоты - герц (Гц) идентично названию старой единицы - цикл в секунду.

Созданию кварцевых часов - которые позволили еще более повысить качество хранения времени, чем это обеспечивали часы со свободным маятником, появившиеся за несколько десятилетий до кварцевых, - способствовала заинтересованность инженеров телевидения в разработке надежного стандарта частоты электромагнитных волн. Кварцевый кристалл впервые стал применяться с возникновением радиовещания в начале 1920-х гг. и служил источником радиочастотных колебаний высокой стабильности. Впервые на возможность использования кварца в часах было указано в 1928 г. Хортоном и Маррисоном (США). В 1939 г. были установлены первые кварцевые часы в Гринвиче; точность этих часов, разработанных Даем и Эссеном, составляла около 2 мс (1 миллисекунда = 10^{-3} с) в сутки. Война помешала осуществлению замысла - установить в обсерватории еще несколько кварцевых часов; служба времени была перенесена в более безопасное место - в Гравиметрическую обсерваторию в Абинжере. Резервная станция службы времени начала работать в 1941 г. в Королевской обсерватории в Эдинбурге. Сначала в Абинжере не было действующих кварцевых часов, и поэтому там ежедневно принимали сигналы времени из Национальной физической лаборатории, которая располагала парой таких часов. Эти часы вместе с часами со свободными маятниками образовывали «средние часы».



69. Механизм маятниковых часов 1768 г., сделанный Джоном Шелтоном, мастером Джорджа Грэхема и изготовителем регуляторов, используемых в Гринвиче для

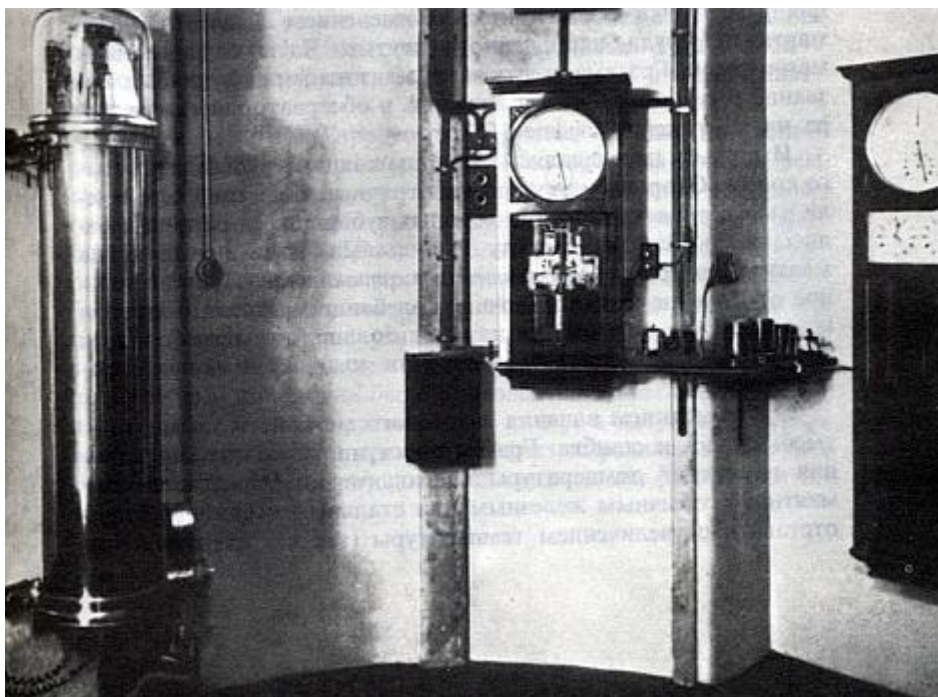
Нужды военного времени, прежде всего развитие радиолокационной техники и точных систем воздушной навигации, требовали от английской службы времени десятикратного увеличения точности радиосигналов времени. Поэтому в 1942 г. было достигнуто соглашение с отделом радио почтового управления о ежедневных передачах в Абинжер сигналов времени, показываемого кварцевыми часами, принадлежащими управлению. Это нововведение оказалось настолько успешным, что позволило в 1943 г. изъять часы Шорта из группы, образующей «средние часы». Кварцевые часы, ошибки которых определялись из астрономических наблюдений, проводившихся в Абинжере и Эдинбурге, стали первичным эталоном, на котором базировалась служба времени, тогда как часы обсерватории использовались в качестве вторичного стандарта для контроля сигналов времени. В 1944 г. контроль международных сигналов времени, передававшихся из Регби, как и позднее, в 1949 г., шеститочечных сигналов Би-би-си, осуществлялся с помощью новых кварцевых часов в Абинжере. Служба времени в Эдинбурге прекратила свое существование в январе 1946 г. и вскоре шесть принадлежащих ей кварцевых часов были переданы Гринвичской обсерватории; однако штаб-квартира службы времени по-прежнему оставалась в Абинжере, имевшем двенадцать кварцевых часов. К этому времени точность таких часов возросла до 0,1 мс в сутки. Между тем астрономы устремились прочь от смога и уличных огней Гринвича, мешавших наблюдениям, к прозрачному воздуху Хёрстмонсо, расположенному в графстве Сассекс, куда в 1957 г. переместилась из Абинжера и служба времени [1].

Неравномерность вращения земли

Увеличение точности хранения времени позволило заострить внимание на другой проблеме, которую десятый королевский астроном Харольд Спенсер Джонс резюмировал в 1950 г. следующим образом:

«Вращающаяся Земля обеспечивает нас фундаментальной единицей времени - сутками. Первое требование к любой фундаментальной единице - ее постоянство и воспроизводимость; единица должна означать одно и то же для всех людей и во все времена. При принятии суток, или, более точно, средних солнечных суток за фундаментальную единицу, из которой в качестве производных мы получаем час, минуту и секунду, следует безоговорочно предположить, что ее длина неизменна, другими словами, что Земля является совершенным хранителем времени» [2].

То, что Земля не является совершенным хранителем времени, отметил еще Иммануил Кант в 1754 г., но, чтобы представить полную историю этого вопроса, мы должны перенестись еще на шестьдесят лет назад. В 1695 г. Эдмунд Галлей, анализируя затмения, происходившие в древние времена, пришел к выводу, что движение Луны вокруг Земли ускоряется; позже это было подтверждено непосредственными измерениями. В 1787 г. Лаплас показал, что это явление можно объяснить медленными изменениями формы орбиты Земли, но в 1853 г. Адаме отметил, что изменения орбиты позволяют только наполовину объяснить видимую величину лунного ускорения. После долгих научных споров было окончательно доказано, что на основе теории тяготения Лапласа нельзя полностью объяснить ускорение движения Луны - это можно сделать, лишь допустив, что Земля в своем вращении постепенно замедляется в значительной степени из-за трения, обусловленного приливными эффектами.



70. Часы Шорта со свободным маятником 16 (главные и вторичные часы) в Гринвиче (около 1930 г.), контролировавшие сигналы времени в период 1927-1940 гг. (Национальный морской музей.)

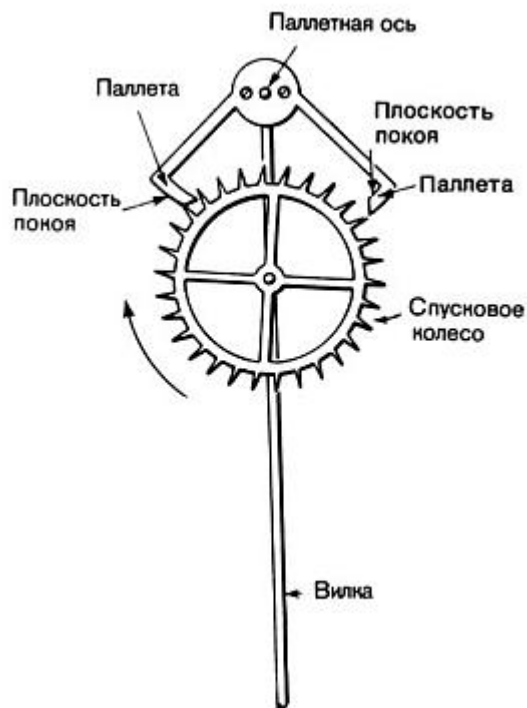
Сегодня мы знаем, что существует три вида изменений в скорости вращения Земли, первые два из которых известны благодаря изучению движений Луны и планет, а последний был качественно обнаружен при помощи часов со свободным маятником и определен количественно с появлением кварцевых часов:

1) вековые изменения - постепенное замедление, обусловленное действием лунных и солнечных приливов, вследствие которого продолжительность земных суток увеличивается на 1,5 мс за столетие;

2) нерегулярные (или непредсказуемые) изменения, по всей видимости, вызываемые различием в скоростях вращения жидкого ядра и твердой мантии Земли, которые могут приводить к увеличению или уменьшению продолжительности суток на 4 мс за десятилетие;

3) сезонные вариации, отражающие сезонные изменения в мировом океане и воздушных массах Земли. Примером этого может служить таяние и замерзание полярных ледяных шапок и движение воздушных масс из обширных областей высокого атмосферного давления, существующих зимой в Сибири, на территории с высоким давлением летом. Земля вращается медленнее весной и в начале лета и быстрее - осенью. В результате колебания в продолжительности дня могут достигать 1,2 мс.

Существует еще одно явление, которое, хотя оно и не воздействует на скорость вращения Земли, необходимо учитывать при точном хранении времени. Это колебания полюса, или перемещение тела Земли относительно оси вращения (подобно качающемуся в механизме подшипнику), заставляющие блуждать полюса Земли приблизительно с 14-месячным периодом в пределах окружности радиусом около 8 м. Эффект колебаний полюса изменяет географические широту и долготу любого места на Земле (в чем удалось убедиться с помощью астрономических наблюдений), а это из-за изменения долготы приводит к соответствующим изменениям шкалы времени в каждом пункте на земной поверхности.



71. Покоящийся спуск

Как указал Спенсер Джонс, первое требование к фундаментальной единице - ее постоянство и воспроизводимость. Поэтому к 1950-м гг. секунда, основанная на вращении Земли, изменяющая, хотя и незначительно, свою продолжительность, перестала удовлетворять предъявляемым к ней требованиям. Возник вопрос: что же делать дальше?

Эфемеридное время

Первоначально было решено отказаться от солнечных суток как фундаментальной единицы времени и вместо них пользоваться годом, продолжительность которого, хотя и не постоянна, но может быть заранее вычислена с учетом ее уменьшения приблизительно на полсекунды в столетие. Это привело к введению в международной практике в 1952 г. для некоторых целей новой шкалы времени - эфемеридного времени (ЕТ), которое стали использовать - о чем говорит уже само его название - для составления различных национальных эфемерид и ежегодников. Как мы уже говорили в предыдущей главе, в результате решения Вашингтонской конференции 1884 г. и специальных рекомендаций Международного астрономического союза, принятых в 1928 г., гринвичское время стало называться всемирным временем (УТ). Поэтому далее в этой главе, когда речь пойдет о среднем солнечном времени гринвичского меридиана, мы будем оказывать предпочтение названию УТ, а не GMT. Сейчас УТ, основанное на вращении Земли вокруг своей оси, задает шкалу времени, необходимую для астронавигации. Но, как мы уже отмечали, скорость вращения Земли меняется, поэтому в 1956 г. для специальных потребностей служб времени возникла необходимость в более точном определении УТ:

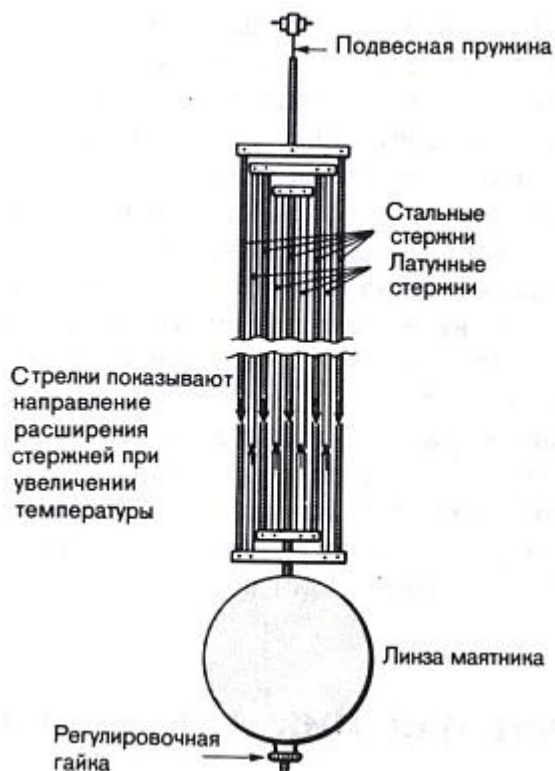
УТ₀-среднее солнечное время нулевого меридиана, полученное непосредственно из астрономических наблюдений;

УТ₁ - это УТ₀ с поправками на движение полюса (не более чем на 0,035 с). Шкала УТ₁ используется для астронавигации;

УТ₂ - это УТ₀ с поправками на движение полюса и на экстраполированные изменения в скорости вращения Земли (также не более чем на 0,035 с). УТ₂ - «сглаженная» шкала времени, задающая по возможности равномерное время. До 1972 г. эта шкала была основой

сигналов времени [3].

Вопрос о шкале ЕТ и ее связи с УТ слишком сложен, чтобы его рассматривать здесь. Достаточно сказать, что ЕТ довольно близко соответствует УТ, поскольку продолжительность эфемеридных суток задается продолжительностью средних солнечных суток в XIX в. В 1956 г. специалисты отказались от использования средних солнечных суток в качестве международной фундаментальной единицы времени в пользу эфемеридной секунды, определенной как « $1/31556925,9747$ доля тропического года 0 января 1900 г. в 12 ч эфемеридного времени» [4].



72. Решетчатый маятник

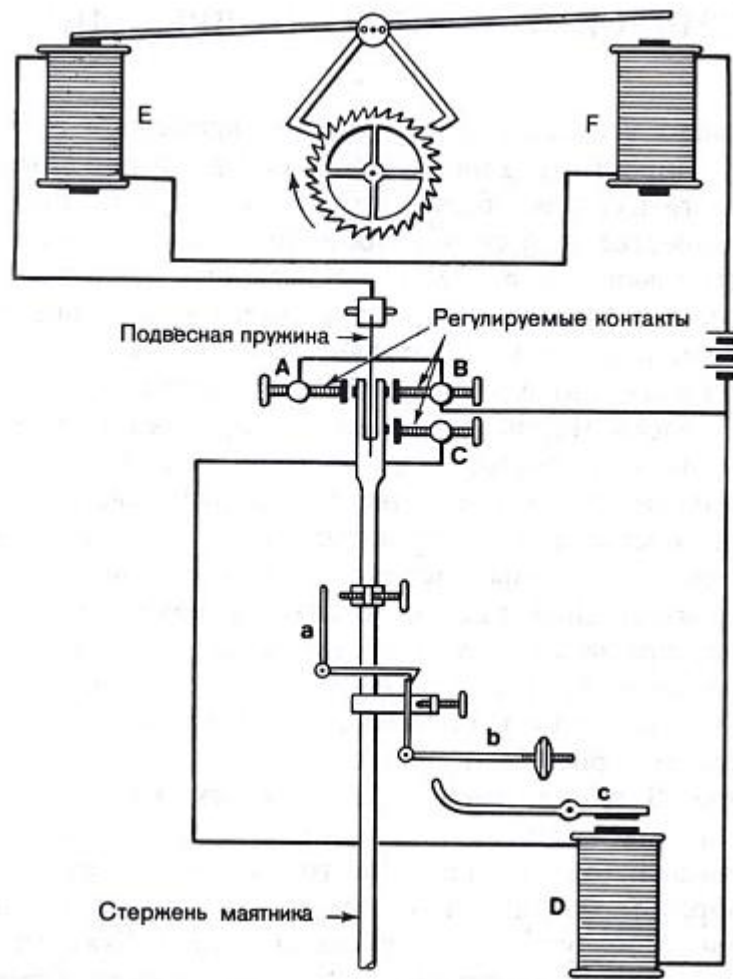
Однако переход на новую систему не решил всех проблем. Благодаря своей неизменности эфемеридная секунда очень удобна для теоретических расчетов и применяется в различных эфемеридах. Но эфемеридная секунда не годится для повседневного использования по двум причинам. Во-первых, она не всегда имеется в распоряжении, так как определить ее с требуемой точностью можно только с большой задержкой после обработки многочисленных результатов наблюдений. Во-вторых, для тех, кто интересуется именно точным моментом времени, а не временным интервалом - в том числе и для широкой публики, - необходимо, чтобы сигналы времени как можно точнее соответствовали вращению Земли, смене дня и ночи. Кроме того, хотя разница между ЕТ и УТ на протяжении года была очень мала, с годами она накапливается вследствие систематического замедления вращения Земли и может достигать весьма значительной величины. В 1952 г., когда ЕТ впервые было использовано, накопленная разница между этой шкалой, основанной на скорости вращения Земли в XIX в., и УТ, основанной на данных 1952 г., составляла около 30 с.

Применение ЕТ в сигналах времени явилось в какой-то степени компромиссным решением, поскольку физикам и инженерам телевидения требовалось, чтобы продолжительность секунды сигнала времени была бы постоянной, т.е. «означала бы одно и то же для всех народов и во все времена», тогда как для обычных потребителей времени, а

также навигаторов и геодезистов было необходимо, чтобы сигнал времени, скажем, отмечающий полдень, совпадал с полуденным расположением небесных тел. До 1944 г. сигналы времени, контролируемые Гринвичем, задавались, насколько это было возможно, вращением Земли, в результате чего секунда (получаемая из сигналов времени) ото дня ко дню могла менять свою продолжительность, хотя и очень незначительно. В 1944 г. в Великобритании была сделана попытка передавать секундные сигналы по возможности через равные промежутки времени, продолжительность которых определялась средним значением секундного интервала, задаваемого самыми точными кварцевыми часами, а при необходимости (по средам) производить коррекции «скачком» для согласования со шкалой всемирного (астрономического) времени. В то же время в США такое компромиссное решение между передачей частоты и времени не было принято; сигналы времени, передаваемые радиостанцией Аннаполиса и контролируемые обсерваторией ВМС США, поддерживались в точном соответствии с вращением Земли, а эталонная частота, контролируемая Национальным бюро стандартов США и передаваемая его радиостанцией, по возможности сохранялась неизменной.

Атомные часы

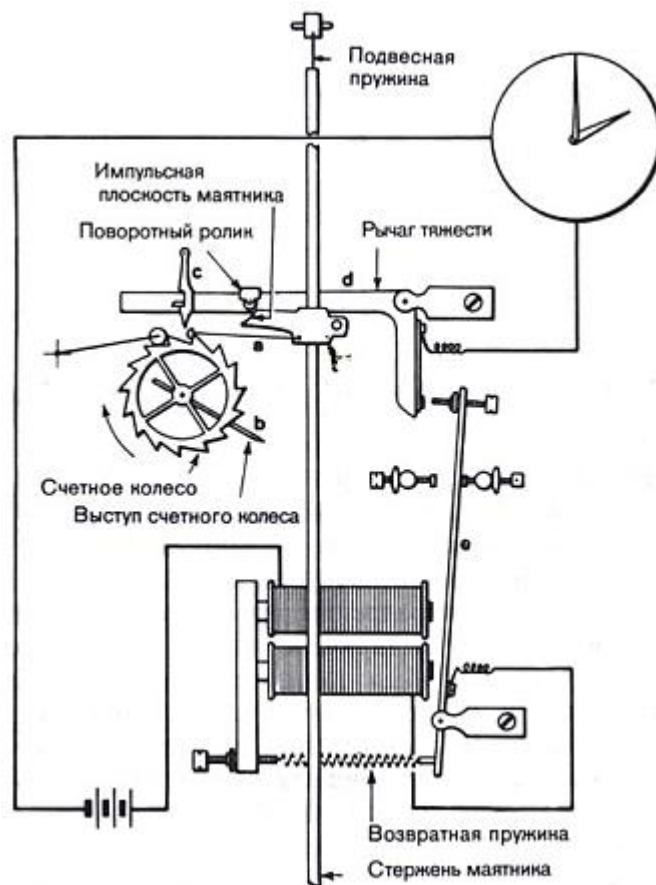
Покончить с одним из недостатков эфемеридного времени - его недоступностью - помогли атомные часы. Первый действующий комплект системы атомных часов был разработан в Национальном бюро стандартов США (Вашингтон) Гарольдом Лайонсом и его коллегами в 1948-1949 гг. с использованием для стабилизации кварцевого генератора спектральной линии поглощения аммиака. 12 августа 1948 г. атомные часы начали действовать в качестве эталона частоты. Вскоре после этого внимание привлек другой химический элемент - цезий. Самая первая конструкция цезиевого эталона, связанная с именами Шервуда, Захариаса и особенно Рамзея, была предложена в США. Но регулярное использование цезиевого лучевого эталона, сконструированного Эссеном и Парри, началось в Национальной физической лаборатории в Англии. В июне 1955 г., когда было принято решение использовать эфемеридную секунду в качестве фундаментальной единицы времени, цезиевый эталон применили для калибровки кварцевых часов и в качестве эталона частоты. Затем в течение последующих нескольких лет лабораторные цезиевые стандарты появились в Боулдере (Колорадо), в Оттаве и Нойшателе [5].



73. Спусковой механизм Шеперда

Даже самые первые экземпляры атомных часов обладали в сотни раз большей долговременной стабильностью, чем кварцевые эталоны. Кроме того, они не были подвержены плавному изменению хода, который происходит в кварцевых генераторах из-за «старения» кристалла кварца. По этим причинам атомные часы обеспечили высокостабильную шкалу времени очень высокой точности (по крайней мере в десятки раз превышающую точность других хранителей времени), почти мгновенно доступную. Но прошло еще немало лет, прежде чем эти преимущества были реализованы. Только последние экземпляры цезиевых лучевых эталонов имеют такую же кратковременную стабильность, какую показывают кварцевые часы.

Все часы должны быть отрегулированы таким образом, чтобы они имели одинаковый ход, т.е. одинаково «хранили время», а также показывали одинаковое время. Новые атомные часы не были исключением, и первой задачей явилась их калибровка по работающим стандартным образцам, другими словами, шкалу атомного времени нужно было привести в определенное соответствие с астрономической шкалой времени. За период 1955-1958 гг. атомные часы Англии и США были откалиброваны по астрономическим шкалам времени Хёрстмонсо и Вашингтона. Первая атомная шкала времени, известная как GA (Greenwich atomic - гринвичская атомная), основывалась сначала на цезиевом эталоне Национальной физической лаборатории, согласованном с эфемеридным временем.

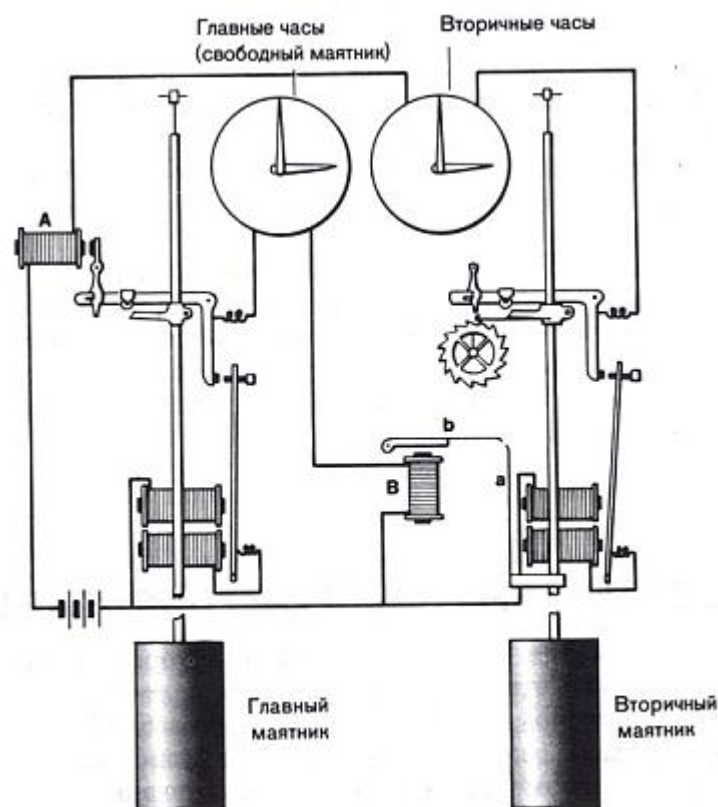


74. Устройство вторичных часов

С 1959 г. всемирное распространение получила шкала времени А1 обсерватории ВМС США. Ее начальная эпоха (дата) была установлена так, чтобы атомное время и UT2 были одинаковыми в полночь на 1 января 1958 г. Атомная секунда была определена на основе резонанса в атоме цезия. В 1964 г. атомная секунда была признана в международном масштабе как средство реализации эфемеридной секунды. В 1967 г. на 13-й Всемирной конференции мер и весов в Париже от астрономического определения секунды отказались и в качестве фундаментальной единицы времени в Международной системе единиц СИ приняли атомную секунду:

Единицей времени в Международной системе единиц должна быть секунда, определяемая следующим образом: секунда есть продолжительность 9192631770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими подуровнями основного состояния атома цезия - 133 [6].

Благодаря тому что атомные часы стали применяться во многих странах мира, а их шкалы времени с помощью радиосигналов и другими способами могли сравниваться с точностью до 1 мкс (микросекунда= 10^{-6} с) и выше, появилась возможность создания международных «усредненных часов» высокой точности, основанных на большом количестве независимых показаний всех атомных часов, идущих с исключительной равномерностью. Расхождение в ходе этих часов за год не превышало нескольких микросекунд, тогда как шкалы времени, задаваемые ими, уклонялись от шкалы, основанной на вращении Земли, более чем на секунду в год.



75. Взаимодействие часов со свободным маятником и вторичных часов

Международное бюро времени, координирующее с 1919 г. хранение времени в международном масштабе, сформировало вслед за США собственную шкалу атомного времени АЗ, основанную на трех независимых эталонах Англии, Швейцарии и США с начальной эпохой 1 января 1958 г. Шкала АЗ официально была принята в 1971 г. и получила название шкалы Международного атомного времени ТАИ. Но и 21 год спустя, к 1 января 1979 г., равноправно существовали две шкалы: ТАИ (основанная на скорости вращения Земли в XIX в.) и ИТГ (основанная на вращении Земли за период 1958-1979 гг.), опережающая ТАИ приблизительно на 17с.

Координация сигналов времени

А теперь снова вернемся к сигналам времени. В 1958 г. служба времени Англии ввела новую шкалу, позднее названную шкалой координированного всемирного времени (UTC), сигналы времени которой не должны были отличаться более чем на 0,1 с от UT_2 . Это достигалось путем небольшого скачкообразного изменения («сдвига») частоты атомных часов, генерирующих сигналы времени, которое заставляло атомное время приблизиться к UT_2 (в 1960-х гг. его нужно было уменьшить). Величина сдвига принималась на весь календарный год, но благодаря возможности предсказывать изменения в скорости вращения Земли скачкообразная коррекция проводилась каждый месяц, чтобы сохранять отклонение UTC от UT_2 в пределах 0,1 с. Полное соответствие между службами времени Англии и США было достигнуто в 1961 г.: были синхронизованы сигналы времени и проведены годовые сдвиги и месячные скачкообразные коррекции. В 1963 г. эта система Англии и США распространилась по всему миру и была взята под контроль МБВ в Париже; тогда-то она и получила наименование UTC [7].



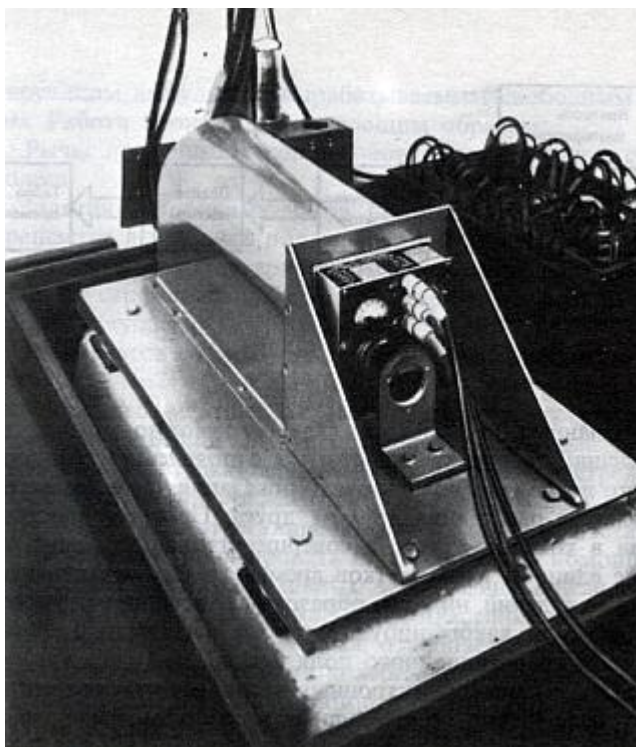
76. Кварцевые часы

Однако расширение и усложнение систем спутниковой и других видов электронной связи, а также навигационных систем породило новые большие практические трудности. Работа этих систем зависит от степени синхронизации как самих радиосигналов, так и частот. Скачкообразная коррекция и подстройка частоты приводили ко многим неудобствам. На фоне этого факт, что секунда радиосигналов времени не соответствовала узаконенной секунде, воспринимался скорее как неэстетическая деталь, нежели как реальное препятствие.

Дополнительная секунда

После всестороннего обсуждения на всех уровнях, государственных и международном, в эталонную систему сигналов времени были внесены существенные изменения. С 1 января 1972 г. сигналы времени стали точно соответствовать атомным секундам, отсчет времени по новой шкале UTC был установлен со сдвигом - 10 мин относительно шкалы TAI. Эта система передач точного времени действует и по сей день.

Было принято соглашение, согласно которому отклонение новой системы не должно превышать 0,7 с (позднее этот допуск увеличили до 0,9 с) от шкалы времени UT₁ используемой в навигации и астрономии. Достигается это путем коррекции часов в последний день календарного месяца, предпочтительно 31 декабря или 30 июня, при этом часы переводятся вперед или назад точно на 1 с, называемую «дополнительной секундой». Это аналогично процедуре, производимой раз в четыре года, когда к февралю високосного года добавляется один дополнительный день, поскольку год не содержит целого количества суток; точно так же добавляется или вычитается одна секунда, так как солнечные сутки не содержат целого числа атомных секунд.



77. Кварцевые часы. Это единственные кварцевые часы, которые до сих пор работают в Гринвичской обсерватории. Они содержат линзообразный (АТ-среза) кристалл и генерируют сигналы с частотой 2,5 МГц. Это один экземпляр из той пары часов, которые были закуплены в США в 1964 г., после того как они прошли испытания в Морской обсерватории США (Гринвичская обсерватория.)

Таким образом, международные сигналы времени и частоты, передаваемые, например, определенными станциями в Англии и США, точно соответствуют шкале атомного времени без перерывов и каких-либо изменений на протяжении года. В тот же момент, когда добавляется дополнительная секунда (она может быть и положительной, и отрицательной), происходит лишь изменение нумерации секундных отметок. Поэтому, чтобы произвести, например, коррекцию 31 декабря добавлением «положительной» секунды, необходимую вследствие того, что UTC слишком далеко уклонилось от UT_1 , последнюю «минуту» года увеличивают до 61 с. Для проведения коррекции «отрицательной» секундой последнюю «минуту» уменьшают до 59 с. Для тех, кому необходимо более точное знание UT_1 (например, навигаторам и астрономам), на основные временные и частотные сигналы накладывают определенный код, указывающий число десятых долей секунды, на которое в данный день UTC уклонилось от UT_1 .

Эталонные сигналы времени, координируемые МБВ в Париже, базируются на всемирных «средних часах», расчетные значения которых получаются путем усреднения информации почти восьмидесяти атомных часов, принадлежащих двадцати четырем странам мира. Участвовать в этой операции могут пока лишь те страны, которые находятся в сфере действия радионавигационной системы «Лоран-С», но в будущем системы спутниковой навигации позволят сравнивать между собой показания большего количества часов. Момент, когда должна производиться коррекция UTC, т.е. вводиться дополнительная секунда, устанавливает МБВ. В 1972 г. уклонение UTC от TAI составило точно 10 с. К 1 января 1979 г. было добавлено еще 8 дополнительных секунд, и поэтому уклонение UTC от TAI увеличилось до 18с.

С началом передач сигналов времени в 1972 г. в новой шкале UTC, связанной со шкалой атомного времени TAI, вместо старой UTC, основанной на шкале среднего солнечного времени UT_2 (которую многие неспециалисты продолжают называть GMT),

возникли новые разногласия, связанные с терминологией шкал времени. Конечно, новая шкала времени по-прежнему основывалась на гринвичском меридиане, но ее уже нельзя было назвать шкалой среднего солнечного времени, основанной на меридиане Гринвича (т. е. GMT), хотя она никогда не отклонялась более чем на 0,9 с от последней. В самом деле, в настоящее время даже гринвичский меридиан уже не точно совпадает с тем, который проходил через «центр пассажного инструмента обсерватории в Гринвиче». И хотя этот инструмент до сих пор существует, наблюдения на нем не проводятся; сегодня начальный меридиан долготы и времени не зафиксирован точно каким-либо вещественным образом, а его положение определяется статистически на основании результатов наблюдений всех определяющих время станций, учитываемых МБВ при координировании эталонных сигналов времени. Но все же старый меридиан, изображенный латунной полоской во дворе старой обсерватории, находится не более чем в нескольких метрах от воображаемой линии, задающей нулевой меридиан земного шара.

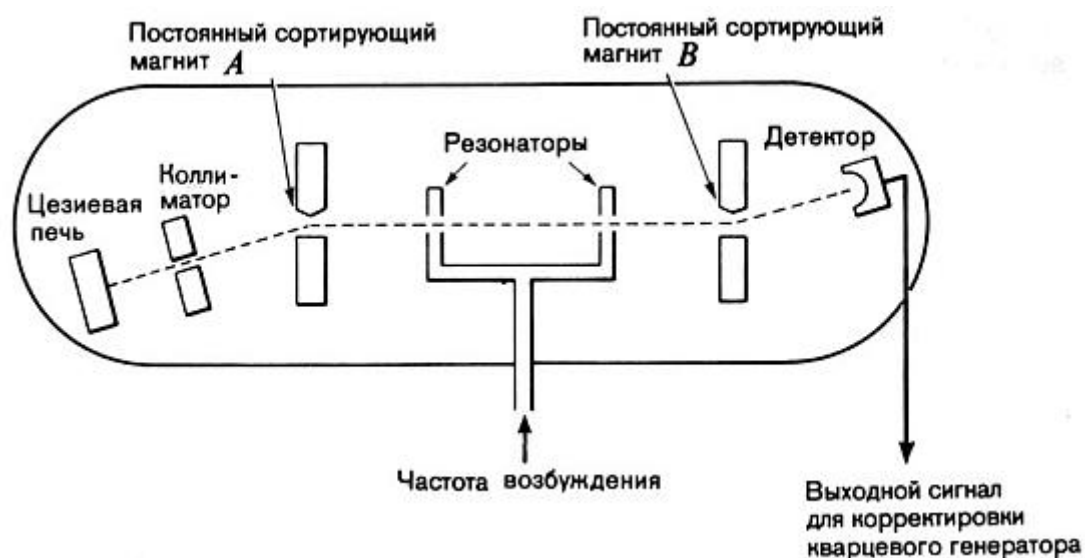


78. Цезиевый лучевой эталон частоты в Хёрстмонсо, 1974 г. Изготовлен фирмой 'Хьюлетт-Паккард', тип 5060 А. (Гринвичская обсерватория.)

Хотя термин GMT в астрономии сейчас не применяется, им продолжают пользоваться в навигации, для многих гражданских целей, а также в качестве названия декретного времени во многих странах мира. Но даже эти страны, и особенно Франция, в последнее время стали противиться применению GMT. В 1975 г. 15-я Всемирная конференция мер и весов рекомендовала пользоваться сигналами времени новой шкалы UTC, а в будущем принять эту шкалу как основу декретного времени [8], заменив ею GMT, так как изменения UTC, произведенные в 1972 г., сделали шкалу GMT неопределенной [9]. Франция и Испания уже приняли соответствующие законодательные меры; в период написания настоящей книги к этому готовились Нидерланды, Швейцария и ФРГ. 9 августа 1978 г. во Франции был отменен закон от 1911 г. (который гласил, что декретное время во Франции это парижское среднее время, задержанное на 9 мин 21 с), и на всей территории страны было утверждено время, которое в дальнейшем будет определяться посредством добавления к UTC или вычитания из него определенного количества часов и которое может быть увеличено или уменьшено на некоторых отрезках года путем введения летнего времени; GMT в будущем предлагалось не употреблять [10].

Так как к 1978 г. была добавлена одна дополнительная секунда, казалось бы, можно подумать, что 1978 г. стал длиннее предыдущего года. Это, конечно, не так. Хорошо известно, что продолжительность года уменьшается только на полсекунды за столетие. На самом деле длинные стали сутки - всемирные сутки (час, минута и секунда). Поэтому сутки 365-дневного 1978 г. стали длиннее на одну секунду суток 365-дневного года XIX в., принятого за основу для сигналов времени. Одна дополнительная секунда была добавлена к 1978 г. для того, чтобы по крайней мере в первом полугодии 1979 г. полуденный сигнал

точного времени не расходился более чем на 0,9 с с истинным полуднем, определяемым расположением звезд.



79. Схема цезиевой лучевой трубки 'Хронорама' (Эбоше, Швейцария)

Невозможно предсказать заранее, как будет меняться скорость вращения Земли в ближайшие десятилетия. Сейчас Земля замедляет свое вращение значительно быстрее, чем в прошедшие три столетия. Но вполне возможно, что эта тенденция изменится и, скажем, в 1990-х гг. придется отменить введение дополнительной (положительной) секунды или даже ввести отрицательную дополнительную секунду. Тем не менее в будущем - возможно, в ближайшие десятки, сотни, или тысячи лет - два или даже три раза в год придется вводить положительную дополнительную секунду, если мы будем продолжать основывать нашу шкалу времени на средней продолжительности суток в XIX в. Что касается более отдаленного будущего, то эффект замедления вращения Земли - через несколько миллионов лет в году останется только 365 суток, а не $365 \frac{1}{4}$., как сейчас, - приведет к ликвидации дополнительных високосных суток (но не дополнительных секунд).

Заключение

В этой книге мы рассказали о том, как три столетия назад, когда была основана Гринвичская обсерватория, с гринвичским временем соприкасались только один астроном и его помощник; как в 1760-х гг. издание «Морского альманаха» и изобретение морского хронометра предопределило то, что гринвичский меридиан и гринвичское время стали использоваться моряками всех стран. Далее мы узнали о том, как расширение применения часов на суше, когда каждая определенная территория имела свое местное время, привело к отмене истинного, или «солнечного», времени и замене его средним, или «часовым», временем; как несколько позднее развитие железнодорожного транспорта заставило отказаться от местного времени и перейти к национальному, или «железнодорожному», времени; как к 1884 г. расширение международных связей потребовало интернационального, или «всемирного», времени и именно гринвичское время было выбрано в качестве такового для использования на суше и на море, и, наконец, о том, как появление в 1940-х гг. кварцевых и в 1950-х гг. атомных часов (последние точнее маятниковых часов Флемстида фактически в 8 млн. раз) привело к введению атомного времени и отказу от использования неравномерно вращающейся Земли в качестве хранителя времени.

Ныне сигналы времени в Англии уже не рождаются в самом Гринвиче. Эталонное

время теперь координируется Парижем (и называется всемирным). Сегодняшнее время поистине всемирно, так как оно основывается на показаниях часов, имеющих в распоряжении двадцати четырех стран. Но тем не менее нулевой меридиан, по которому ведется отсчет долготы и времени на всем земном шаре, проходит через старую Гринвичскую обсерваторию. И хотя эталонные сигналы времени (а в некоторых странах и декретное время) основываются сегодня не на GMT, а на шкале UTC, последняя не должна уклоняться от GMT более чем на одну секунду.

Приложения

I. Определение долготы

Разность долгот любых пунктов на земной поверхности точно равняется разности значений местного времени в этих пунктах. Эта устойчивая связь и заставила нас дать книге, повествующей главным образом о времени, подзаголовок «определение долготы». Более того, до недавних пор многие из самых важных открытий, связанных с измерением времени, своим появлением были обязаны необходимости определять долготу в открытом море. Цель этого приложения, которое рекомендуется читать вместе с гл. 1, рассказывающей об истории вопроса, - наглядно показать эту связь времени и долготы.

В первой главе мы говорили о том, что географическое местонахождение характеризовалось широтой и долготой, по крайней мере, со времен Птолемея, жившего во II в. н.э. Определять широту люди умели еще в древние времена путем проведения определенных измерений высоты Солнца в полдень. Сначала с этой целью измеряли тень от гномона известной высоты, в дальнейшем применяли более сложные инструменты, используемые поначалу на суше, а с XV в. и в открытом море. Широту можно найти также, измеряя высоту Полярной звезды над горизонтом с учетом того, что эта звезда находится не точно в северном полюсе небесной сферы (который в северных широтах расположен выше горизонта на величину, точно равную искомой широте).

Практический метод определения долготы, однако, был найден всего лишь несколько столетий назад. Тем не менее теоретическое решение этой задачи довольно просто и было известно еще Гиппарху. Когда Солнце проходит через ваш меридиан над горизонтом, т.е. для вас - допустим, вы находитесь в пункте G, - наступает полдень, то для человека, находящегося в пункте A, отстоящего на 90° к западу от G, будет только 6 ч утра (в дни равноденствия это - восход Солнца), а для того, кто находится в пункте B, на 45° западнее G, будет 9 ч утра. Соответственно в пункте C, отстоящем на 45° к востоку, будет 15 ч, а в пункте D, расположенном на 90° к востоку, - 18 ч. Часом позже в G будет 13ч, в A - 7 ч, в B - 10 ч, в C - 16 ч и в D - 19 ч. Несмотря на то что время изменяется, разности значений времени остаются теми же и определяются разностями долгот в этих точках. Очевидно, Гиппарх выражал разность долгот в единицах времени, т.е. в количестве часов к востоку или западу; сегодня мы выражаем эту разность в единицах дуги, т.е. в определенном количестве угловых градусов, минут и секунд к западу или востоку. Время и градусы дуги в нашей книге полностью взаимосвязаны: 24 ч соответствует 360° , 12 ч - 180° , 1 ч - 15° и 4 мин - 1° . Поэтому, если вы знаете, что у вас сейчас 9 ч, а у человека, находящегося в пункте E, только 7 ч, значит, разность между этими точками будет 2 ч, или 30° , а так как в E более ранний час, чем в G (и так как Солнце движется с востока на запад), это означает, что точка E находится западнее G на 30° .

Но каким образом человек, находящийся в G, узнает время, скажем, в пункте E, расположенном более чем за тысячу километров к западу от него. Для этого можно, например, перевезти из одного пункта в другой какой-либо хранитель времени, но этот метод получил распространение лишь в XVIII в. Другой метод заключается в регистрации

момента наступления какого-нибудь явления, которое можно видеть из обоих пунктов одновременно и, сравнивая значения времени, зарегистрированные в двух пунктах, определить разность долгот. Тонкость этого способа заключается в том, что момент, в который должно произойти явление в некотором выбранном месте (скажем, в Гринвиче), должен быть предсказан; тогда разность долгот можно найти непосредственно, измеряя только местное время наблюдаемого явления и не ожидая сравнения точно измеренных значений времени в двух пунктах.

Измерение долготы по лунному затмению

Как мы уже видели ранее, Гиппарх предложил использовать в качестве наблюдаемого явления затмения Луны. В это время Солнце, Земля и Луна располагаются точно на одной прямой, а тень Земли пересекает лунную поверхность, причем это явление наблюдается точно в один и тот же момент в любой точке на поверхности Земли. Птолемей рекомендовал этот метод для определения долготы на суше (хотя он привел только один пример такого определения), но не указал, каким образом можно определить местное время наблюдаемого явления. В это время Солнце должно быть ниже горизонта, поэтому нельзя непосредственно применить солнечные часы; необходимы другие хранители времени - такие, как водяные или песочные часы. Что при этом имел в виду Птолемей, остается загадкой. Считал ли он, что для этого нужно было воспользоваться положением звезд или измерением позиционного угла Большой или Малой Медведицы по отношению к Полярной звезде (что делалось при помощи пассажного инструмента, изобретенного более тысячи лет назад), или измерением высоты и определением времени с помощью некоей плоскосферической астролябии, или использованием тени полной Луны так, чтобы в середине затмения Луна находилась точно против Солнца? Испанцы в 1582 г. для определения долготы в Вест-Индии предлагали устанавливать на суше вертикальный гномон высотой в треть ядра (~ 0,3 м); длина его тени от Солнца, когда накануне лунного затмения (или днем позже) она оказывается самой короткой, даст широту, а направление и длина лунной тени в начале или конце затмения укажет (после сложных расчетов, которые обычно выполнялись уже по возвращении в Испанию) долготу. Сохранилось несколько отчетов, содержащих результаты, полученные с помощью этого элегантного метода, примененного при наблюдении затмений 1584 г. Так, расчетное положение Каза Риал в Мехико получилось всего лишь на 21 км южнее и на 23 км западнее истинного-замечательный результат, даже если принять в расчет большой элемент случайности [1].

Определение долготы по методу лунного расстояния

В истории определения долготы не происходило ничего примечательного вплоть до 1514 г., когда, как мы уже видели в гл. 1, Иоганн Вернер описал метод лунных расстояний, который впервые породил надежду, что удастся определить долготу в море. В течение месяца Луна совершает один полный оборот вокруг Земли с запада на восток - в направлении, противоположном движению звезд. Она проходит приблизительно $0,5^\circ$, или путь, равный ее диаметру, за 1 ч. Это относительно быстрое движение Луны и навело Вернера на мысль использовать Луну как гигантские небесные часы, где сама Луна будет служить часовой стрелкой, а зодиакальные звезды-цифрами циферблата. Наблюдатель, находящийся на Земле, каждую ночь видит, как звезды движутся по небесному своду с востока на запад со скоростью более чем 15° в час, тогда как Луна за то же время проходит около $14,5^\circ$. Таким образом, Луна отстает от звезд на $0,5^\circ$ в час, поэтому зодиакальная звезда, опережающая Луну, скажем, на 40° в 22.00, в полночь будет находиться впереди нее на 41° (так как Луна пройдет за это время 29° , а звезда 30°). Вернер предположил, что в определенный момент «лунное расстояние» между зодиакальной звездой и Луной должно быть одинаковым для любого наблюдателя, в какой бы географической точке он ни

находился, поэтому изменение лунного расстояния можно использовать для измерения времени на некотором данном меридиане (впредь мы будем принимать за него, например, гринвичский). Этим же методом можно воспользоваться и для определения долготы, сравнивая предсказанные расстояния Луны по отношению к звездам, и действительные расстояния, измеренные навигатором с необходимой степенью точности.

Предположение Вернера о том, что положение Луны на небе не зависит от географического положения наблюдателя, ошибочно. Штурману обычно приходилось прибегать к довольно утомительным арифметическим вычислениям, чтобы учесть параллакс и различные рефракционные эффекты, влияющие на видимые положения двух небесных тел, имеющих разные высоты. Теоретически метод Вернера был обоснован, хотя для выполнения практической работы требовались следующие условия: знание точных положений звезд относительно друг друга; возможность заранее предсказывать положение Луны по отношению к звездам (эти предсказанные положения штурман должен иметь перед отправлением в плавание, которое может продолжаться несколько лет), а также инструмент для проведения наблюдений с требуемой степенью точности. Прошло 250 лет, прежде чем эти требования удалось удовлетворить.

Возможность практического применения метода лунных расстояний была получена в 1760-х гг., когда с публикацией «Морского альманаха» было обеспечено выполнение первых двух условий. В альманахе приводились таблицы расстояний от Луны до Солнца и некоторых зодиакальных звезд на каждые три часа для всего года. Третье условие было выполнено с изобретением секстанта. Короче говоря, при использовании метода лунных расстояний было необходимо произвести три одновременных или почти одновременных наблюдения: углового расстояния между Луной и звездой или Солнцем, высоты Луны и высоты звезды или Солнца; время при этом должно было отсчитываться по самым совершенным из имевшихся в то время часам. Этот метод успешно мог применяться при полностью видимом горизонте (в дневное время или в сумерки), но это условие было не столь существенно, так как при наблюдениях высот не требовалась слишком высокая точность - достаточно было просто хоть как-то видеть горизонт. Наблюдения и обработка результатов производились следующим образом.

А. Определение местного времени в наблюдательном пункте путем измерения высоты Солнца или звезды, лучше всего в тот же самый момент, когда измерялось лунное расстояние. Если же горизонт был закрыт, можно было воспользоваться значением высоты, определенной накануне вечером или на следующее утро, учитывая при этом сдвиг во времени. Местное время относительно просто определялось путем расчетов с применением сферической тригонометрии.

Б. Определение лунного расстояния с учетом эффектов параллакса и рефракции. Для этого существовали таблицы, но вычисления были довольно трудоемкими. В результате получали исправленное расстояние между центром Луны и центром Солнца или звезды, такое, каким его можно было бы видеть из центра Земли. Для получения этих данных и были составлены таблицы «Морского альманаха».

В. Определение гринвичского времени из наблюдений. С помощью таблиц альманаха производилась интерполяция исправленного лунного расстояния, полученного на этапе Б. Так, примерно в 04.30 астрономического времени (16.30 гражданского) 4 октября 1772 г. Уильям Уэйлс, астроном, принимавший участие в экспедиции капитана Кука по Южной Атлантике на корабле «Резолюшн», произвел по пути от Плимута к мысу Доброй Надежды четыре последовательных измерения лунных расстояний. Он наблюдал лимбы (края) Солнца и Луны и после усреднения отсчетов получил лунное расстояние $102^{\circ} 26'55''$. Исправленное лунное расстояние (этап Б) равнялось $102^{\circ} 36'08''$. Затем после интерполирования по «Морскому альманаху», где были приведены данные для 6 и 9 ч (для Солнца на 4 октября, см. рис. 17) было определено гринвичское время наблюдения - 6 ч 23 мин 39 с (См. статьи Комитета долготы (RGO MSS), vol. 53, f. 46, где приведены эти и другие наблюдения лунных расстояний Уэйлса за 1772 г. Описание дано в книге в виде рукописи, отпечатанной

шрифтом, предложенным Маскелайном).

Г. Определение долготы по разности местного времени, найденного на этапе А, и гринвичского времени, найденного на этапе В. Таким образом, для нашего случая получаем:

-	ч	мин	с
Местное время	04	26	5
Гринвичское время	06	23	39
Долгота (в единицах времени)	01	56	43

что соответствует $29^{\circ} 11'$ з. д.

(Чтобы определить, получилась ли при этом восточная или западная долгота, можно воспользоваться следующим указанием: «восточная долгота-если гринвичское время меньше; западная долгота - если гринвичское время больше». Пример воспроизведен с полной числовой точностью, но ошибка измерения лунного расстояния в $10''$ соответствует ошибке около $5'$ в долготе.)

Определение долготы по затмениям спутников Юпитера

Изобретение телескопа в самом начале XVII в. позволило обнаружить четыре ярких спутника Юпитера. Подобно нашей Луне они при вхождении в тень планеты периодически затмевались. Галилей заметил, что если бы эти затмения можно было заранее предсказывать и точно отмечать их время, то они могли бы использоваться для определения долготы таким же образом, как это делается по затмениям Луны. Этот метод имеет дополнительное преимущество, поскольку затмения спутников Юпитера происходят гораздо чаще, а время наблюдения их много короче. Указанный метод стал интенсивно применяться для наблюдений на суше, но не нашел применения в море из-за трудностей наблюдения. В «Морском альманахе» приводились таблицы с предвычисленными моментами затмений спутников Юпитера.

Определение долготы хронометрическим методом

Этот метод, как уже отмечалось в гл. 3, стал практически возможен во второй половине XVIII в. По своему основному принципу он аналогичен методу лунных расстояний, за исключением того, что при хронометрическом методе для определения местного времени в наблюдательном пункте необходимо измерять только одну высоту небесного тела, что значительно упрощает процесс вычислений и одновременно увеличивает точность.

II. Определение времени астрономическими методами

Для астрономических целей основным является определение точного момента среднего полудня, т.е. того момента, когда среднее солнце находится в самой высокой точке небесной сферы, или кульминирует. В этот момент оно, будучи над горизонтом, пересекает меридиан наблюдателя. Интервал между двумя последовательными прохождениями средним солнцем одного и того же меридиана-это и есть средние солнечные сутки, которые можно поделить на часы, минуты и секунды с помощью какого-либо хранителя времени, например солнечных или механических часов. Среднее солнце - это фиктивное тело, принятое астрономами еще в эллинические времена, когда стало ясно, что Солнце не является совершенным хранителем времени, так как иногда оно движется немного быстрее, иногда - медленнее. Конечно, до того как были изготовлены точные часы - а это произошло всего несколько сотен лет назад, - понятие среднего солнечного времени интересовало только

астрономов. В повседневной жизни пользовались истинным Солнцем - его восходом, кульминацией, заходом, - которое определяло время суток, и применяли солнечные часы, показывающие истинное солнечное время.

В этом приложении мы рассматриваем астрономические методы и поэтому будем пользоваться понятием не истинного, а среднего времени. Будучи фиктивной точкой, среднее солнце движется по небесному экватору с постоянной скоростью (тогда как истинное солнце на протяжении года движется по эклиптике неравномерно); момент среднего полудня не может быть определен непосредственно, а только путем наблюдений некоторого реального тела, в качестве которого с древних времен использовалось истинное Солнце. Момент среднего полудня можно получить с помощью уравнения времени (см. рис. 10), выражающего разность между средним и истинным солнечным временем на любой момент. Величина уравнения времени меняется в течение года в зависимости от отклонения Солнца на север или юг от небесного экватора и от расстояния между Солнцем и Землей в определенный день года. Каждый год 4 ноября, например, истинное Солнце пересекает меридиан приблизительно на 16 мин раньше наступления полудня, тогда как 2 сентября уравнение времени равняется нулю, т.е. среднее и истинное времена совпадают.

Однако использование истинного Солнца для определения точного времени затруднительно, так как провести непосредственное наблюдение Солнца нелегко и, кроме того, именно в нужный момент оно может быть закрыто облаками. Поэтому астрономы редко используют Солнце для определения времени, предпочитая вместо него наблюдать яркие звезды, положения которых известны с высокой точностью. Из наблюдений любой звезды получают звездное время, от которого всегда можно перейти к среднему солнечному времени. Положение звезды, видимой наблюдателем как точечный источник света, может быть определено очень точно. Благодаря существованию множества звезд облачная погода в гораздо меньшей степени влияет на их наблюдения, а общая точность определения времени увеличивается, поскольку за одну ночь можно наблюдать десятков и более звезд (наиболее яркие звезды с успехом можно наблюдать и в дневное время), тогда как за один день обычно невозможно провести более одного наблюдения Солнца для определения времени.

Инструменты

В те годы, когда была основана Гринвичская обсерватория, для определения времени обычно использовался метод двойных или равных высот. Этот метод не следует путать с появившимся позднее методом, предложенным Гауссом, который иногда называют его именем. В методе двойных высот астроном, применяя подвижный квадрант, установленный на вертикальной оси, определяет высоту Солнца приблизительно за час до полудня, когда она увеличивается, и замечает время по выверенным часам. Затем через такой же интервал после полудня, когда Солнце уже пересечет меридиан и его высота уменьшается, астроном отмечает точное время момента, когда Солнце достигает той же высоты, что и в первом, предполуденном наблюдении. Применяя небольшую коррекцию, учитывающую разницу в солнечных склонениях между двумя наблюдениями, и взяв среднее из двух отмеченных моментов, наблюдатель получает момент истинного полудня. Чтобы затем получить момент среднего полудня, надо воспользоваться уравнением времени на этот день. Этим методом пользовались в Гринвиче в период 1675-1725 гг., применяя для наблюдений разнообразные квадранты, установленные в Главном зале обсерватории.

Честь изобретения пассажного инструмента, разновидности которого использовались в Гринвичской обсерватории с 1721 по 1957 г., принадлежит Оле Рёмеру, датскому астроному, который впервые применил этот инструмент в Копенгагене в 1689 г. В Англии пассажный инструмент впервые применил Эдмунд Галлей в 1721 г. Этот инструмент и до сих пор можно увидеть в Гринвиче. Простой пассажный инструмент состоит из телескопа, укрепленного под прямым углом к горизонтальной оси, которая может свободно вращаться на опорах, расположенных на двух столбах (*Сейчас во всем мире применяют*

фотоэлектрические пассажные инструменты. Впервые фотоэлектрический метод регистрации звездных прохождений на пассажном инструменте был разработан в Пулкове проф. Н. Н. Павловым. - Прим. перев). Телескоп можно передвигать вниз и вверх, но не из стороны в сторону, так как его горизонтальная ось вращения направлена точно с востока на запад. Коллимационная линия, или оптическая ось, телескопа всегда лежит в плоскости меридиана. Таким образом, в принципе момент пересечения меридиана любым небесным телом можно установить из одного наблюдения. На самом деле телескоп пассажного инструмента имеет несколько горизонтальных и вертикальных «проволочек» - обычно это паутинные нити, натянутые в фокальной плоскости телескопа, которые видны в поле зрения. Существенно то, что оптическая ось телескопа всегда должна быть направлена по меридиану. Чтобы это обеспечить, наблюдателю необходимо перед каждым сеансом наблюдений по возможности учесть возможные ошибки и либо уменьшить их с помощью апертурных приспособлений, либо определить их величины для учета при дальнейшей математической обработке результатов наблюдений. Эти ошибки бывают трех типов:

а) ошибка азимута, обусловленная тем, что опоры, на которых лежит ось, расположены не точно по прямой линии, проходящей с востока на запад; направление проверяется с помощью наблюдения азимутальной метки, установленной точно в плоскости меридиана на расстоянии порядка километра от инструмента (или с помощью наблюдений блискополюсных звезд); ошибка может быть исправлена небольшим смещением одной из опор;

б) ошибка уровня, связанная с тем, что опоры не точно располагаются в горизонтальной плоскости; проверка производится с помощью пузырькового уровня или наблюдением (глядя вертикально вниз в чашу со ртутью) надира, а коррекция осуществляется приподниманием или опусканием одной из опор;

в) коллимационная ошибка, возникающая вследствие того, что ось телескопа закреплена не точно под прямым углом к горизонтальной оси вращения; ошибка устраняется перекладкой телескопа во время наблюдения, т.е. поворотом инструмента вокруг вертикальной оси на 180° и последующим усреднением результатов наблюдений до и после перекладки.

Простой пассажный инструмент применялся для определения времени в Гринвиче с 1721 г. по 1850 г. [1]. Следует помнить, что пассажный инструмент (и его усовершенствованная разновидность - меридианный круг) очень интенсивно использовался и для решения обратной задачи - определения прямых восхождений звезд.

Меридианный круг Эри (оптическая ось которого задавала всемирный нулевой меридиан), позволявший измерять с равным успехом как склонения, так и прямые восхождения, применялся для определения времени в период 1851-1927 гг. Время прохождения звезды с 1854 г. автоматически регистрировалось хронографом, а в последующие годы были осуществлены и многие другие усовершенствования этого инструмента. Однако увеличение точности хранения времени с изобретением часов со свободным маятником предъявило соответствующие требования к увеличению точности определения времени. Меридианный круг Эри весил почти две тысячи фунтов, что не позволяло переключать его достаточно быстро. Поэтому с 1927 г. определение времени (но не измерение положений) в Гринвиче (а также в Абинжере, Эдинбурге и Хёрстмонсо - во время и после второй мировой войны) успешно производилось с помощью небольшого переключаемого пассажного инструмента (труба телескопа была длиной около трех футов), имеющего специальные подставки, которые позволяли переключать телескоп во время наблюдений для исключений коллимационной ошибки.

Но, как мы уже видели, увеличение точности хранения времени в 1940-х гг. с изобретением кварцевых, а в 1950-х гг. - атомных весов требовало еще более точного его определения. В 1957 г. в обсерватории, перебазирувавшейся в Хёрстмонсо, определение времени стало производиться с помощью фотографической зенитной трубы (ФЗТ), сконструированной Д. С. Перфектом [2]. ФЗТ - это усовершенствованная отражательная

зенитная труба, созданная Эри примерно в 1850 г., конструкция которой была значительно улучшена и приспособлена для определения времени в обсерватории ВМС США. Как говорит само название, труба ФЗТ установлена и направлена к зениту (точка, через которую проходит меридиан). Возможности этого инструмента ограничены, так как он позволяет регистрировать прохождения звезд только в пятнадцатиминутной зенитной зоне, но этот недостаток возмещается высокой точностью наблюдений. Световой поток от звезды отражается вниз от ртутной поверхности, задающей вертикаль, и изображение звезды четыре раза автоматически регистрируется на движущейся фотографической пластинке, установленной в плоскости второй главной точки объектива. Момент времени каждой экспозиции точно (и автоматически) регистрируется хронографом, а время пересечения звездой меридиана определяется после обработки изображений на фотопластинке и учета моментов времени, в которые они были получены. Для определения среднего гринвичского времени местное время исправляется для долгот Хёрстмонсо, расположенного к востоку от Гринвича на 1 мин 21,0785 с.

Кроме ФЗТ в Гринвичской, как и во многих других обсерваториях, для определения времени интенсивно используется другой инструмент - безличная призмная астролябия конструкции Андре Данжона, впервые примененная в Безансоне в 1951 г. [3]. Этот инструмент позволяет очень точно определять момент времени, когда звезда достигает фиксированного зенитного расстояния 30° . Инструмент может вращаться вокруг вертикальной оси, поэтому он способен регистрировать звезды в любом азимуте. Как и ФЗТ, вертикаль в этом инструменте задается отражением светового потока от чаши со ртутью. Пассажный инструмент и ФЗТ отмечают видимые прохождения звезд через меридиан, а призмная астролябия фиксирует движения звезд через альмукантарат (линия равных зенитных расстояний) 30° ; время определяется по методу равных высот, предложенному Гауссом в 1808 г. [4].

Три столетия назад определение времени Флемстидом на основе наблюдений методом двойных высот, вероятно, происходило с точностью 5 с. В начале нашего века точность определения времени с помощью традиционного пассажного инструмента повысилась до 0,1 с. В 1970-х гг. ФЗТ позволяла измерять прохождение одной звезды с точностью 0,02 с, а при измерении, скажем, 30 звезд эта точность в результате обработки материалов всех ночных наблюдений повышалась до 0,004 с.

III. Механические и электрические часы гринвича

(Приложение написано Роджером Стивенсом, старшим хранителем Национального морского музея)

Многие важные достижения в деле точного хранения времени стимулировались теми же высокими требованиями, которые астрономы предъявляли к часам. В этом приложении описываются технические особенности часов, применяемых в Гринвичской обсерватории.

Принцип действия часов

Часы - это в своей основе механизм, который способен поддерживать колебания и производить их счет. Осциллятор может быть выполнен в виде маятника или балансного колеса - в механических часах или в виде кристалла кварца - в электронных часах. В любом случае энергия, поддерживающая колебания, передается осциллятору небольшими, но регулярными порциями. И в пружинных, и в гиревых часах передача энергии обеспечивается так называемым спусковым механизмом, который, как это следует из его названия, приводит в действие колесики механизма часов и отсчитывает время, но сам ход часов задает осциллятор. Точность часов определяется видом осциллятора и типом воздействия, при помощи которого механизм поддерживает колебания осциллятора; их взаимосвязь необходимо по возможности свести к минимуму. Увеличение точности хранения времени

достигалось путем постепенного повышения контроля осциллятора над часами и уменьшения воздействия на механизм внешних условий, прежде всего изменения температуры и давления.

Шпиндельный спусковой механизм

Гиревые часы появились в XIII в. Работа этого древнего механизма регулировалась горизонтальным балансным коромыслом. На рисунке показано, каким образом коромысло приводилось в движение при помощи шпиндельного спускового механизма. Такое устройство использовалось в течение сотен лет в башенных часах, а позднее было приспособлено для контроля и в небольших переносных часах. Несовершенство конструкции часов со шпинделем и фолио (балансным коромыслом (*На Руси коромысло с грузами называлось билянцем. - Прим. перев*)) проявлялось в том, что, хотя баланс и являлся контролером хода часов, он не имел собственного периода колебаний. Поэтому баланс реагировал на изменения движущей силы, которая действовала через колесную передачу (последовательность колес, каждое из которых приводит в действие соседнее в передаче колесо), и не мог колебаться с равными периодами времени.

Маятниковые часы

Значительные успехи в хранении времени были достигнуты, когда в простых часах со шпиндельным спусковым регулятором стали применять маятник. Маятник обладает собственным периодом колебаний, так как его движение происходит под действием силы тяготения, являющейся с довольно большой точностью постоянной величиной.

Рисунок показывает, каким образом шпиндельный спуск связан с маятником. Спусковое колесо теперь поддерживается вертикальной осью, а шпиндель расположен горизонтально. Шпиндель заканчивается вилкой, которая и служит связующим звеном между спусковым механизмом и маятником. Маятник подвешивается на двух нитях, или подвесных пружинах. Ход часов регулируется поднятием или опусканием груза маятника.

Шпиндельный спусковой механизм используется для раскачивания маятника, в результате чего величина отклонения от вертикали, т. е. положения равновесия, достигает 20-30°; любое изменение этой дуги вызывает изменение хода часов, известное под названием циркулярной погрешности. С увеличением размаха колебаний маятника ошибка растет, если же размах колебания уменьшить приблизительно до 3°, то ошибка станет пренебрежимо малой. Изобретение возвратного спускового механизма позволило заставить маятник совершать колебания с такой малой амплитудой.

Возвратный спусковой механизм

Возвратный спуск, обеспечивающий надежную работу механизма, чрезвычайно интенсивно использовался в домашних часах. На рисунке показано устройство спускового колеса и паллет, или анкера. Зуб колеса поднимает импульсные плоскости паллет, приводя таким образом посредством вилки в движение стержень маятника. Этот спусковой механизм назван возвратным, потому что спусковое колесо отходит назад против часовой стрелки в тот момент, когда маятник приближается к положению максимального отклонения. Это достигается благодаря тому, что рабочие плоскости паллет не концентричны с паллетной осью. В устройстве, изображенном на рисунке, правая паллета (выходная) только что получила толчок и маятник качнулся вправо, но, прежде чем он отклонится до конца, левая паллета (входная) зацепит спусковое колесо и сила инерции маятника продвинет паллету к центру колеса и повернет его (это происходит ежеминутно) назад. Возвратный спусковой механизм поддерживает колебания маятника с малым размахом, но по существу возврат является и недостатком, так как он препятствует свободному колебанию маятника и

приводит к износу плоскостей паллет.

Амплитуда колебаний маятника, связанного со шпиндельным спусковым механизмом, на практике налагает ограничение на длину маятника: она должна быть не более 15-20 см; с изобретением возвратного спускового механизма появилась возможность использовать длинный маятник с относительно тяжелым грузом. В результате часы такой конструкции стали менее подвержены нерегулярности хода и менее зависимы от влияния внешних условий, таких, как сквозняки и вибрации.

Главные часы Флемстида

Применение в часах маятника и усовершенствованного спускового механизма позволило астрономам повысить точность регистрации наблюдений. Подобные маятниковые часы применялись в Гринвичской обсерватории со времен Флемстида до 40-х годов нашего столетия. Пара «Главных часов», изготовленных Томасом Томпионом, была установлена в обсерватории в 1676 г.; они имели весьма необычный вид, так как их маятники с эффективной длиной 13 фут (~3,9 м) и двухсекундными периодами колебаний были подвешены выше часовых механизмов. Поэтому вилка каждого спускового механизма была направлена вертикально вверх и сцеплялась с маятником ниже его линзы.

Несмотря на эти интересные новшества, качественно новые часы не отличались сколько-нибудь значительно от длинно-футлярных часов времен Флемстида. Механизмы часов и маятники в обсерватории не были защищены надлежащим образом от пыли, механических сотрясений и т.д. и не были термоком - пенсированы [1]. Поскольку преимущества часов с такими длинными маятниками так и не были выявлены, впоследствии для всех эталонных часов гринвичской обсерватории стали применять маятники длиной 39,14 дюйм (99,2 см). Это привело к уменьшению периода колебаний до одной секунды, вследствие чего секундная стрелка стала передвигаться односекундными скачками, и, кроме того, дало возможность астрономам при проведении наблюдений воспринимать каждую секунду на слух.

Покоящийся спусковой механизм и ртутный маятник

Второй королевский астроном Эдмунд Галлей заказал три экземпляра часов известному инструментальному и часовому мастеру Джорджу Грэхему, работавшему вместе с Томпионом и внесшему большой вклад в дело изготовления астрономических часов. Первые часы, сконструированные примерно в 1720 г., имели спусковой механизм, подобный возвратному, но в отличие от последнего маятник здесь не воздействовал на спусковое колесо, способствуя его возврату. Это устройство получило название покоящегося спускового механизма. Последовавшее вскоре второе изобретение относилось к разработке способа компенсации влияний температурных изменений на длину маятника и достигалось применением в качестве груза маятника сосуда, наполненного ртутью. Часы со спусковым механизмом Грэхема и ртутным маятником, получившие название регуляторов, использовались в обсерваториях всего мира на протяжении свыше 150 лет.

Импульсы передавались паллетам концами зубьев спускового колеса. Стороны паллет, концентричные паллетной оси, имели плоскости покоя, против которых зубья колеса останавливались в промежутках между импульсами, в то время когда маятник совершал дополнительное отклонение. Дополнительное отклонение - это добавочное колебание маятника после того, как он уже отклонился на угол, больший, чем требовалось для того, чтобы паллеты получили импульс и колесо повернулось.

С уменьшением влияния спускового механизма на маятник уменьшилась и ошибка. Грэхем приступил к выяснению влияния изменений температуры на ход часов. Часы, имеющие маятник с обычным железным или стальным стержнем, будут отставать с увеличением температуры (так как стержень при этом удлиняется) и спешить при

понижении температуры (когда стержень укорачивается). Величина ошибки, обусловленной таким изменением длины стального стержня, при отклонении температуры на ГС составляет около 0,5 с в сутки, поэтому разность хода часов в зимнее и летнее время может достигать 4 с в сутки. Для разрешения этой проблемы Грэхему необходимо было добиться, чтобы расстояние от точки подвеса маятника до его центра колебания (точка, в которой добавление или уменьшение массы не влияет на период колебаний маятника), находящегося около центра груза, сохранялось постоянным при изменении температуры. Экспериментируя с различными металлическими стержнями и пытаясь использовать свойство различных металлов расширяться по-разному, Грэхем в конце концов изготовил ртутный маятник, где удлинение и укорочение стержня компенсировалось подъемом или опусканием ртути, налитой в стеклянный сосуд, который и служил грузом маятника.

Решетчатый маятник Джона Гаррисона

Весьма удивительно, что ни один из четырех регуляторов, изготовленных Грэхемом для Гринвичской обсерватории, не имел ртутного маятника. Первые три экземпляра часов, поступившие в обсерваторию в период 1721-1725 гг., как было написано, имели «простые маятники» (с деревянными или стальными стержнями). Гаррисон произвел компенсацию маятника примерно в 1728 г., Грэхем в то же время заменил в двух ранних регуляторах простые маятники на решетчатые. Уже в 1750 г. четверо часов, доставленных в обсерваторию, имели решетчатые маятники.

Опытным путем Гаррисон обнаружил, что латунь расширяется под действием температуры в полтора раза больше, чем сталь, поэтому для получения хорошей компенсации секундного маятника, длины латунных стержней должны равняться приблизительно 9 фут (~2,7 м), а стальных - 6 фут (~1,8 м). Гаррисон сумел разрешить проблему, связанную с чрезвычайно большой длиной стержней, закрепляя их так, как показано на рис. 72 (здесь стрелки указывают направление расширения стержней при повышении температуры). Закрепление стержней поперечными полосками было произведено таким образом, что все стальные стержни расширялись книзу, а латунные - вверх, вследствие чего результирующий эффект выразился в том, что линза маятника поддерживалась на неизменном расстоянии от точки подвеса.

Дальнейшие усовершенствования

В 1773 г. пятый королевский астроном Маскелайн приобрел два регулятора с покоящимися спусковыми механизмами у изготовителя хронометров Джона Арнольда. Эти часы имели решетчатые маятники, причем маятник одних часов традиционно состоял из девяти стержней, а вторых - только из пяти, что достигалось заменой двух латунных стержней на цинковые, расширяющихся книзу, остальные же три стержня были изготовлены из стали. Чтобы уменьшить общую длину стержней, Арнольд воспользовался тем, что цинк имеет больший коэффициент расширения, чем сталь.

Арнольд участвовал и в усовершенствовании более ранних регуляторов Грэхема, где для уменьшения трения и износа он применил паллеты с драгоценными камнями. Рубиновые камни, заключенные в стальную паллетную оправу, служили плоскостями импульса и покоя. Таким образом, регулятор Арнольда в прямом смысле этого слова стал драгоценным. Это начинание в дальнейшем нашло большое применение в практике изготовления высокоточных регуляторов с драгоценными камнями в качестве опор спускового колеса и паллет.

Электрические хранители времени

Значительных успехов в деле хранения времени в годы, когда на посту директора

Гринвичской обсерватории был Джон Понд, достигнуто не было; но именно тогда был введен первый общественный сигнал времени в виде сигнального шара, смонтированного в 1833 г. на верхушке восточной башни обсерватории. Поначалу шар приводился в действие вручную оператором, имеющим достаточно точные часы, но с 1852 г. шар стал падать автоматически под действием сигнала от электрических часов Чарльза Шеперда. Эри, ставший преемником Понда на посту директора Гринвичской обсерватории, увидел потенциальные возможности часов Шеперда в свете возрастающей роли телеграфной связи и сделал эти электрические часы сердцем своей системы распространения времени (см. гл. 3). В регуляторе Шеперда (он до сих пор находится в рабочем состоянии) применялся соответствующий секундный маятник с ртутной компенсацией, движение которого поддерживалось при помощи рычага с небольшим весом, называемого рычагом тяжести. На рис. 73 приведена схема электромагнитного устройства. В тот момент, когда маятник отклоняется влево, он приподнимает защелку (а), которая, вращаясь, освобождает рычаг тяжести (б), при падении толкающий маятник вправо. Таким образом маятник получает толчок только в одном направлении, а импульс, определяемый силой тяжести рычага, всегда одинаков. В максимуме своего отклонения вправо маятник замыкает контакт (С) и приводит в действие электромагнит (D), который притягивает якорь (с), при этом конец якоря поднимается и подталкивает рычаг (b) вверх до его захвата защелкой (а). Так завершается один рабочий цикл.

Маятник поочередно соприкасается с контактами А и В, благодаря чему через катушки Е и F проходит ток. Часы Шеперда работают по принципу, обратному по сравнению с гиревыми механизмами. В этих часах паллеты поворачивают спусковое колесо, приводящее в действие часы, тогда как в гиревых устройствах спуск приводится в действие часовым механизмом. В первоначальной конструкции регулятора Шеперда полярность катушек Е и F изменялась при каждом отклонении маятника, поэтому стержневой магнит, связанный с осью паллет, притягивался к одной катушке и отталкивался от другой.

Электрические часы в те времена, когда Шеперд предоставил свой регулятор Гринвичской обсерватории, еще только зарождались; способ замыкания контактов, предложенный Шепердом, препятствовал свободному качанию маятника, но секундные импульсы, выдаваемые такими часами, можно было использовать для приведения в действие вспомогательных, или вторичных, часов (см. далее рис. 75), расположенных на значительном расстоянии от обсерватории.

Регулятор Дента

В 1871 г. Гринвичская обсерватория лонные часы, идущие по звездному Дентом, в тесном сотрудничестве с Этот замечательный регулятор «Дент устройство, сконструированное самим щимся хронометром и содержащее устройств [2].

Регулятор был изготовлен очень тщательно, что обеспечивало высокую точность, достаточную для обнаружения влияний на его ход изменений атмосферного давления. Этот эффект был очень мал и приводил к изменению хода приблизительно на 0,1 с в сутки при среднем изменении давления. Помощник Эри Уильям Эллис предложил способ устранения этих ошибок с помощью закрепления на ртутном барометре магнита, величина перемещения которого определялась давлением в часовом футляре. Этот магнит притягивал два стержневых магнита, связанные с маятником, и изменял период его колебаний в соответствии с изменением давления. В поздних конструкциях часов было достигнуто более эффективное решение этой проблемы путем помещения часового механизма и маятника в парциальный вакуум, где низкое давление поддерживалось на постоянном уровне.

Более компактное устройство решетчатого маятника Джона Арнольда было разработано примерно в 1800г.; в нем цинковые стержни были заменены цинковыми трубками, позволяющими передвигаться в них стальным маятниковым стержням. Это устройство температурной компенсации приспособили к «Денту № 1906». Различные старые

регуляторы, имеющиеся в обсерватории, также модернизировали, заменив их первоначальные решетчатые или ртутные маятники устройствами цинково-стальной компенсации.

Спусковое устройство Рифлера

В то время, когда пост директора Гринвичской обсерватории занимал Фрэнк Дайсон, были приобретены новые маятниковые часы. Стало очевидным, что дальнейшего прогресса в области хранения времени можно достигнуть, защитив маятник от всяких внешних воздействий. В 1891 г. Зигмунд Рифлер из Мюнхена сделал шаг в этом направлении, применив специальное спусковое устройство, воздействующее на маятник посредством пружины, на которой он был подвешен. Колебания маятника поддерживались при помощи электрического тока, поэтому не было необходимости заводить механизм. Механизм и маятник помещались в вакуумном цилиндре и таким образом были изолированы от внешних воздействий. В этих условиях часы Рифлера имели точность хода порядка 0,01 с в сутки. Несмотря на это, подобные часы стали использоваться в Гринвиче только с 1922 г., заменив «Дент № 1906». Но и этот регулятор, изготовленный англичанином Коттингэмом, в 1925 г. заменили часы со свободным маятником Шорта.

Часы со свободным маятником

Часы со свободным маятником Шорта широко применялись во многих обсерваториях. Это были первые хранители времени, способные выявить незначительные изменения в скорости вращения Земли (см. гл. 5).

На самом деле часы Шорта состоят из двух часов: главных - со свободным маятником и вторичных, поддерживающих движение свободного маятника и считающих его колебания. И в тех и в других часах применяются рычаги, подталкивающие маятники один раз в полминуты.

Поворотный крючок (а) (рис. 74), двигаясь вместе с маятником, поворачивает на один зуб счетное колесо раз в две секунды. При вращении колеса связанный с ним выступ (Б) поднимает раз в 30 с защелку (с) и освобождает рычаг (d).

Маленький поворотный ролик, укрепленный на рычаге, скользит по импульсной плоскости маятника и тем самым сообщает ему импульс, после чего вертикальное плечо рычага касается контактного винта на якоре (е) и замыкает ток в контуре. Катушка притягивает якорь и подбрасывает рычаг (d) на защелку (с).

В главных часах колебания поддерживаются подобным образом, но их рычаг значительно легче, поскольку эти часы работают при более низком давлении и их маятник не воздействует на счетное колесо. Передача импульса и замыкание контакта производится двумя различными рычагами, более легким-для передачи импульса, более тяжелым - для замыкания контакта.

Синхронизация импульса, передаваемого свободному маятнику, контролируется вторичными часами, но ход, а следовательно, и счет времени вторичных часов контролируются корректирующим импульсом, вырабатываемым свободным маятником. Работа происходит следующим образом:

1. Рычаг вторичных часов освобождается выступом счетного колеса.
2. Маятник вторичных часов получает импульс, а рычаг возвращается в исходное положение; при замыкании контакта возникает импульс электрического тока, передвигающий на полминуты стрелки на циферблате вторичных часов и возбуждающий катушку (А).
3. Рычаг часов со свободным маятником освобождается от захвата.
4. Свободный маятник получает импульс, и его рычаг возвращается в исходное положение; через замкнутый контакт проходит импульс тока, передвигая на полминуты

стрелку часов и возбуждая синхронизирующую катушку (В).

Вторичные часы отрегулированы на небольшое отставание, что позволяет синхронизировать их маятник при помощи корректирующего импульса главных часов. Синхронизация производится в тот момент, когда тонкая пластинка (а), связанная со стержнем вторичного маятника, отклоняется выступом якоря (b). В этот момент период колебаний уменьшается.

Стержень маятника в часах Шорта изготавливается из сплава никеля и стали и практически не реагирует на изменение температуры. Этот сплав, называемый инваром, впервые был получен в 1899 г. швейцарским физиком Шарлем Гийомом, работавшим во Франции. Коэффициент расширения инвара имеет величину порядка 10-бдуюм на градус. Некоторые образцы имеют отрицательный коэффициент расширения, вследствие чего они слегка сжимаются при увеличении температуры. Естественно, что этот материал был выбран для изготовления точных маятниковых часов; он же, обеспечивая температурную компенсацию, используется в подвесной пружине.

IV. Современные точные часы *(Это приложение написано Джоном Пилкингтоном, руководителем отдела времени Гринвичской обсерватории в Хёрстмонсо)*

Усовершенствования маятниковых часов, которые постепенно позволили обеспечить однородные шкалы времени, касались ослабления факторов, воздействующих на колебание главного маятника, и уменьшения влияния изменений внешних условий и трения в механизме часов. Однородность шкалы в дальнейшем была повышена объединением показаний разных часов, изолированных, насколько это было возможно, друг от друга. Наивысший эффект был достигнут с появлением радиосигналов, что позволило использовать показания часов, разнесенных на большие расстояния друг от друга. Прогресс электроники привел в конечном счете к совершенствованию самих часов: отныне единицы промежутков времени в них устанавливались на основе явлений, ни коим образом не связанных с движением маятника или какого-нибудь другого физического тела под действием гравитационного поля Земли.

Действие первых электронных часов, качественно превосходящих часы Шорта со свободным маятником, было основано на работе кварцевого генератора колебаний. Эти часы до сих пор входят как составная часть в большинство «атомных часов», используемых сегодня в службах времени, но при этом выполняют только роль махового колеса, сглаживающего короткопериодические вариации хода, а долгопериодический контроль осуществляется на основе более фундаментальных принципов. Кварцевый генератор используется в телевизионных устройствах свыше 50 лет, а в последнее время начинает применяться в кварцевых наручных часах, обеспечивая их ход со стабильностью порядка несколько секунд в месяц. В настоящее время достигнута стабильность в несколько тысяч раз выше, что позволяет применять кварц в дорогостоящих прецизионных приборах.

Кварц - это природный минерал, но его можно производить и в искусственных условиях. Обладая постоянными механическими свойствами, не зависящими от температуры, и пьезоэлектрическим эффектом, он с успехом используется в приборах хранения времени. Пьезоэффект заключается в следующем: при наложении вдоль некоторого направления в кристалле электрического поля форма кристалла несколько изменяется, и наоборот, изменение формы кристалла приводит к появлению электрических зарядов на его поверхности. Механические колебания вызывают колебания напряжения между металлическими электродами, прикрепленными к поверхности кристалла. Если же эти электроды подсоединить соответствующим образом к входу и выходу электрического усилителя, то он будет поставлять энергию, необходимую для поддержания колебаний кварца на одной из его собственных резонансных частот.

Частота, на которой кристалл кварца будет резонировать, определяется его размерами и формой, а также упругими и механическими свойствами кварца, поэтому кристалл вырезается, шлифуется и полируется таким образом, чтобы резонанс происходил на нужной частоте. Конструкция электродов и подвески кристалла рассчитывается так, чтобы они в

возможно меньшей степени приводили к изменению выбранной моды колебания. Возникновение нежелательных мод подавляется уменьшением коэффициента усилителя на соответствующих частотах.

Таким образом, в кварцевых часах роль маятника играют упругие колебания кристалла кварца, а механическое спусковое устройство и передаточный механизм, поддерживающий колебания маятника и считающий их, заменены электронным усилителем и делителем частоты, производящим электрические метки времени и управляющим табло времени. Все кварцевые часы, приобретенные гринвичской службой времени в период 1939-1964 гг., имели резонаторы, настроенные на частоты около 100 кГц, и были сконструированы или в Национальной физической лаборатории или в научно-исследовательских лабораториях почтового управления. Современные точные кварцевые генераторы работают на более высокой частоте - около 5 или 10 МГц.

Зависимость частоты колебаний от температуры можно сделать очень малой, подбирая соответствующий угол между срезами кварцевого резонатора и естественными гранями кристалла, а также уменьшая размеры кристалла, что позволяет достаточно просто поддерживать его температуру постоянной и предохранять его от изменения атмосферного давления. Полностью смонтированный кварцевый генератор вместе с термостатом занимает объем менее 1 л и весит менее 1 кг, так что работа с ним не представляет особого труда. Гораздо сложнее было в свое время изолировать маятниковые часы от воздействия внешних условий.

Но и современные кварцевые часы постепенно изменяют ход в пределах нескольких микросекунд в сутки. Этот эффект, называемый старением, часто вызывается остаточным поверхностным загрязнением, дефектами в молекулярной структуре кристалла, изменением давления поддерживающих кристалл опор и воздействием излучения радиоактивных материалов или космических лучей. Более того, кристалл не обеспечивает независимый эталон частоты или временного промежутка, так как частота, первоначально заданная размерами кварца, с легкостью может измениться вследствие изменения его размеров, которые слишком малы, чтобы их можно было измерить. Из-за отсутствия других средств измерения частоты вплоть до середины 50-х гг. определенным образом увязывались с астрономическими определениями времени. Когда было установлено, что вращение Земли не обладает постоянством, возникла необходимость в астрономических наблюдениях, связанных с движением Луны и планет относительно звезд. Точность таких определений была низка (около 0,1 с), так как подобные наблюдения занимали несколько лет и только после этого анализировались совместно. К счастью, теперь имеются более точные и доступные эталоны промежутков времени, основанные на идентичных резонаторах, которые можно получить в большом количестве, причем эти резонаторы не зависят от заводских допусков - это неразличимые атомы одного и того же сорта (т.е. одного какого-либо элемента).

В середине прошлого века стало известно, что газы в разогретом состоянии или под действием электрического разряда излучают свет, состоящий из спектральных линий, длины волн которых характерны для химических элементов, присутствующих в газе. Возможно, самый известный пример такого рода - желтое свечение лампы, наполненной парами натрия. Современная астрономия в значительной мере основана на изучении спектров небесных объектов. Эти же факты лежат в основе квантовой теории строения атома. Отдельный атом может испускать или поглощать электромагнитное излучение (т.е. свет, радиоволны) только при переходе между двумя более или менее четко определенными энергетическими состояниями, причем частота излучения атома прямо пропорциональна разности энергий этих двух состояний. Частоты видимого света слишком высоки, чтобы их можно было непосредственно измерить (при современном развитии науки и техники), но их точные значения можно очень точно рассчитать, зная измеренные длины волн и скорость света.

Почти во всех атомных часах, применяемых в службах времени для установления соотношения временных шкал, используется частота, связанная с особым сверхтонким

переходом атома цезия - 133; определение секунды в международной системе единиц СИ основано на этом же переходе. Цезий - это мягкий, светлый, активный металл, в химическом отношении похожий на натрий. Обозначение «сверхтонкий переход» произошло от сверхтонкой структуры, наблюдаемой в линиях видимого спектра элемента и обусловленной тем, что основные энергетические уровни атома расщеплены на несколько подуровней, имеющих почти одинаковые энергии. В часах как раз и используется переход между двумя такими подуровнями.

При таком специфическом переходе спин самого удаленного от ядра электрона атома цезия, заставляющий атом цезия вести себя как слабый магнит, поворачивается относительно спина атомного ядра, но ориентация обоих спинов определяется воздействием слабого внешнего магнитного поля. Такие часы управляют работой кварцевого генератора путем создания определенной связи между его частотой и микроволновым излучением, которое испускает атом при указанном переходе.

Впервые идею создания атомного эталона частоты предложил в 1945 г. Раби из Колумбийского университета, а первое атомно-лучевое устройство для систематической калибровки частоты было применено в 1955 г. Эссеном и Парри из Национальной физической лаборатории.

Металлический цезий помещают в специальную печь, где происходит его испарение; пары цезия попадают в трубку, в которой поддерживается вакуум, и проходят через серию диафрагм, формирующих пучок атомов; в этом пучке содержится одинаковое количество атомов, находящихся в двух различных энергетических состояниях. Сильно локализованное неоднородное магнитное поле по-разному отклоняет атомы в разных энергетических состояниях, формируя таким образом два расходящихся пучка. Далее пучки проходят через резонансную полость, или резонатор, в которой концентрируется микроволновая энергия, поступающая от усилителя. На выходе кварцевого генератора синтезируется частота порядка 9129 МГц. Резонатор помещен в слабое неоднородное магнитное поле, ось которого перпендикулярна направлению атомного пучка. После прохождения через резонатор атомы попадают во вторую область с неоднородным полем и снова отклоняются в соответствии с их магнитными состояниями; на электрод попадают только те атомы, энергетические состояния которых изменялись во время пролета через резонатор; на электроде атомы ионизируются, что позволяет их обнаружить электрическим детектором. Частота кварцевого генератора регулируется выходным сигналом детектора. Метки времени здесь, как и в кварцевых часах, вырабатываются делителями частоты и счетчиками, связанными с кварцевым генератором.

За период с 1955 г. в различных странах были созданы лаборатории эталонов времени, в которых широко используются цезиево-лучевые часы, позволяющие воспроизводить интервал времени в системе единиц СИ с максимально возможной точностью. Инструменты, имеющиеся в продаже, воспроизводят интервалы в системе СИ, подверженные неопределенным, но небольшим отклонениям порядка 1 мкс в сутки. Обычно отклонение остается почти неизменным в том случае, когда определенный прибор работает под контролем и может быть откалиброван по уже оцененному эталону. Такие приборы применяются в большинстве служб времени, включая и Гринвичскую обсерваторию, для воспроизведения шкал времени и обеспечивают их согласование между собой в пределах нескольких микросекунд в год. Международная шкала атомного времени ТАИ основана на данных, получаемых от инструментов разных типов.

За последние годы были сконструированы эталоны частоты, основанные на квантовых переходах в атомах других химических элементов, из которых чаще всего используются рубидий и водород. В этих приборах для связи частоты, получаемой на выходе, с частотой атомного резонанса применяется разнообразная усовершенствованная техника; каждая новая система имеет свои достоинства. Так, атомные часы на парах рубидия дешевле цезиевых часов; водородный мазер способен обеспечить более высокую кратковременную стабильность, чем цезиевые часы, однако последние до сих пор не превзойдены в отношении

воспроизводимости частоты и долговременной стабильности, и, по-видимому, именно цезиевые часы будут и дальше использоваться в качестве основы для эталонных шкал времени, по крайней мере в ближайшие годы.

Литература Примечание

- Baily F. An Account of the Revd. John Flamsteed... (London, 1835).
- Bigourdan G. Le jour et ses divisions. Les fuseaux horaires et l'Association Internationale de l'Heure, Annuaire du Bureau des Longitudes (Paris, 1914).
- Bigourdan G. Les services horaires de l'observatoire de Paris..., Bulletin Astronomique, II 1921-22. Blair B.E. (ed.) Time and Frequency: Theory and Fundamentals (US National Bureau of Standards, May 1974).
- Brown L.A. The Story of Maps (New York, 1951).
- Chapin S. A survey of the efforts to determine longitude at sea, 1660-1760, Navigation, 3, 7 (March 1953).
- Corliss C.J. The Day of Two Noons (Washington 1941).
- Cotter C. H. A History of Nautical Astronomy (London and Sydney, 1968).
- Cotter C. H. Studies in Maritime History, I, A history of nautical astronomical tables (London, 1977, microfiche).
- De Carle D. British Time (London, 1947).
- Ditisheim P. et. al. Pierre Le Roy et la Chronometre (Paris, 1940).
- Dowd C.N. (ed.) Charles F. Dowd, A.M., Ph. D. and Standard Time (New York: Knickerbocker Press, 1930).
- Ellis W. Lecture on the Greenwich System Time Signals, The Horological Journal, 1 May 1865. Essen L. The Measurement of Frequency and Time Interval (HMSO: London, 1973).
- Forbes E.G. The Birth of Navigational Science (Greenwich, 1974).
- Forbes E.G. Greenwich Observatory, vol. i: Origins and Early History (London, 1975).
- Forbes E. G. The Origins of the Royal Observatory at Greenwich, Vistas in Astronomy, 20 (1976).
- Gazeley W.J. Clock and Watch Escapements (London, 1973).
- Gould R.T. The Marine Chronometer: its history and development (London, 1923).
- Guyot E. Histoire de la determination des longitudes (La Chaux-de-Fonds, 1955).
- Guyot E. Histoire de la determination de l'heure (La Chaux-de-Fonds, 1968).
- Haswell J.E. Horology (London, 1976).
- Hope-Jones F. Electrical Timekeeping (London, 1976).
- Howse D. Greenwich Observatory, vol. iii: its Buildings and Instruments (London, 1975).
- Howse D. and Hutchinson B. The Clocks and Watches of Captain James Cook, 1769-1969 (Antiquarian Horology reprint, 1969).
- Howse D. and Hutchinson B. The Tompion clocks at Greenwich and the dead-beat escapement (Antiquarian Horology reprint, 1970-1971).
- Howse D. Le Bureau britannique des Longitudes, L'Astronomie, Oct. 1978,
- Jespersen J. and Fitz-Randolph J. From Sundials to Atomic Clocks: understanding time and frequency, National Bureau of Standards Monograph 155 (Washington, DC, 1977).
- Kieve J. L. Electric Telegraph: A Social and Economic History (Newton Abbot, 1973).
- Laycock W. S. The Lost Science of John "Longitude" Harrison (Ashford, Kent, 1976).
- Leigh-Browne F. S. The International Date Line, The Geographical Magazine, April 1942.
- Lloyd H. A. Old Clocks (Tonbridge, Kent, 3rd edn. 1964).
- McCrea W. H. The Royal Greenwich Observatory (London, 1975).
- Maindron E. Les Fondations de Prix a l'Academie des Sciences-Les Laureats de l'Academie, 1714-1880 (Paris, 1881).

- Marguet F. Histoire de la longitude a la mer au XVIII^e siecle, en France (Paris, 1917).
- Maunder E. W. The Royal Observatory, Greenwich (London, 1900).
- May W. E. A History of Marine Navigation (Henley-on-Thames, 1973).
- May W. E. How the chronometer went to sea, Antiquarian Horology (March 1976).
- Mayall R. Newton. The Inventor of Standard Time, Popular Astronomy, L, no. 4 (April 1942).
- Mercer V. John Arnold and Son (London, 1972).
- Michaelis A. R. From Semaphore to Satellite (Geneva, 1965).
- Morando B. Le Bureau des Longitude, L'Astronomie, 90 (June 1976).
- Neugebauer O. A History of Ancient Mathematical Astronomy (Berlin, Heidelberg, and New York, 1976).
- Pedersen O., Pihl M. Early Physics and Astronomy: a historical introduction (1974).
- Perrin W. G. The Prime Meridian, Mariner's Mirror, XIII, no. 2 (April 1927).
- Quill H. John Harrison, the Man who found Longitude (London, 1966).
- Quill H. John Harrison, Copley Medallist, and the £20,000 Longitude Prize (Antiquarian Horological Society, Monograph no. 11, 1976).
- Rawlings A. L. The Science of Clocks and Watches (London, 2nd edn. 1974).
- Sadler D.H. Man is not Lost: a record of two hundred years of astronomical navigation with the Nautical Almanac, 1767-1967 (London, 1968).
- Sadler D. H. Mean Solar Time on the Meridian of Greenwich, Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 19 (1978).
- Smith H. M. International time and frequency coordination, Proceedings of the IEEE, 60, no. 5 (May 1972).
- Smith H. M. The Bureau International de l'Heure, Proceedings of the 8th Annual PTTI Applications and Planning Meeting, Nov. -Dec. 1976.
- Smith H. M. Greenwich time and the prime meridian, Vistas in Astronomy, 20 (1976).
- Taylor E.G.R. The Haven-finding Art (London, 1956).
- US Government, International Conference held at Washington for the purpose of fixing a Prime Meridian and a Universal Day, October 1884-Protocols of the Proceedings (Washington, DC, 1884).
- Waters D. W. The Art of Navigation in England in Elizabethan and early Stuart times (1958, reprinted Greenwich, 1978).
- Weber G. A. The Naval Observatory, its History, Activities and Organization (Baltimore, 1926).
- Wheeler G. M. Report upon the Third International Geographical Congress and Exhibition at Venice, Italy, 1881... (Washington, DC, 1885).
- Далее приводится список литературы по главам, ссылки на которую даны в тексте в квадратных скобках; полное название и источники приведены здесь только для тех работ, которые не встречаются в общем списке литературы.

Предисловие автора

1. US Government, International Conference held at Washington October 1884-Protocol of the Proceedings, 199-201.
2. Там же, 199.

Глава 1

1. Neugebauer O. A History of Ancient Mathematical Astronomy, 934.
2. Stevenson E. L. (trans. & ed.). Geography of Claudius Ptolemy (New York, 1932), 28.
3. Neugebauer O. A History of Ancient Mathematical Astronomy (Berlin, Heidelberg, and New York, 1975), 938.

4. Taylor E. G. R. *The Haven-finding Art*, London, 1956, 55.
5. *Carte Pisane*, хранится в Национальной библиотеке в Париже.
6. Например, *Opus Almanach magistri lohanis de monte regio ad annos xviii explicit felicit. Erhardi Radolt Augusten Vindelicorum... Septembris M. cccc. lxxxviii* [1488]. Это были альманахи с 1489 г. по 1506г.
7. *Almanach noua plurimis annis Venturis inseruientia: per loannem Stoefflerinum Instingersen & iacoben Pflaumen Vlamensem accuratissime supputata: & toti fere Europe dextro sydere impartita* [1499].
8. Morison S.E. *Admiral of the Ocean Sea* (Boston, 1942), II. 158-159, 162.
9. Там же, II 400-3, 406.
10. Canovai S. *Viaggi d'Amerigo Vespucci...* (Firenze, 1817), 57-58.
11. Werner J. In hoc opere haec continentur *Noua translatio primi libri geographicae Cl'Ptolomaei...* (Nuremberg, 1514).
12. Pedersen O., Pihl M. *Early Physics and Astronomy*, 258.
13. Werner J. In hoc opere haec continentur *Noua translatio primi libri geographicae Cl'Ptolomaei...* (Nuremberg, 1514).
14. Apian P. *Cosmographicus Liber Petri Apiani Mathematici Studiose Collectus* (Ingolstadt, 1524), ff. 30-1.
15. Gemma Frisius. *Cosmographicus Liber Petri Apiani Mathematici, iam de nouo integritati restitutus per Gemmam Phrysius* (Antwerp, - 1533), ff. XVv-XVIr.
16. Cuningham William. *The Cosmographical Glasse, conteynng the pleasant Principles of Cosmographie, Geographie, Hydrographie, or Nauigation* (London, 1559), f. 107
17. Gemma Frisius. *Gemma Phrysius de Principiis Astronomiae Coamographiae... vsv Globi et eodem editi* (Antwerp, 1530), sigs. D2v-D3r. (Translation by Philip Kay.)
18. Gemma Frisius. *De Principiis Astronomiae...* (Antwerp, 1553), 65. (Translation by Philip Kay.)
19. Eden R. *The Decades of the New Worlde...* (London, 1555), f. 361.
20. Cuningham William. *The Cosmographical Glasse, conteynng the pleasant Principles of Cosmographie, Geographie, Hydrographie, or Nauigation* (London, 1559), f. 110.
21. Сервантес Мигель де. *Собр. соч. в 5-ти томах, т. 2.* -М.: Правда, 1961.
22. Там же, т. 4, с. 87.
23. Gould R. T. *The Marine Chronometer*, 12.
24. Marguet R. *Histoire de la Longitude*, 45.
25. Brown L.A. *The Story of Maps*, 209.
26. Dreyer J.L. E. "Time, Measurement of, *Encyclopaedia Britannica*, 11th edn., 984.
27. Kepler Johannes. *Tabulae Rudolphinae...* (1627).
28. Marguet F. *Histoire de la Longitude*, 7.
29. Guyot E. *Histoire de la determination des longitudes*, 11.
30. Sherwood Taylor F. *An early satirical poem on the Royal Society, Notes and Records of the Royal Society*, Oct. 1947, 37-46.
31. *Histoire de l'Academie Royale des Sciences*, I (1668), 67-69. (There is a fuller account in Huygens, - Christiaan, *Oeuvres...*, XXII, 218-26) (Translations by Dr Barbara waines).
32. Там же, 67.

Глава 2

1. Kenyon J. P. *The Stuarts*, London, 1958 (Fontana Library edn. 1966, 123).
2. Bevan Bryan. *Charles the Second's French Mistress* (London, 1972), 53.
3. *Dictionary of National Biography*, XIII, 820-821.
4. Lawson Dick O. *Aubrey's Brief Lives* (Penguin English Library, 1972), 370-371.
5. Plumley N. *The Royal Mathematical School within Christ's Hospital, Vistas in Astronomy* (1976), vol. 20, pp. 51-59.

6. Baily F. An Account of the Revd. John Flamsteed..., 29-31.
7. PRO State Papers Domestic, Entry Book 27, f. 59.
8. Baily, 37-38.
9. Forbes E. G. The Origins of the Royal Observatory at Greenwich, p. 48, note 17, discusses St. Pierre's identity.
10. Taylor E. G. R. Old Henry Bond and the Longitude, *Mariner's Mirror*, 25 (1939), 162-169.
11. Baily, CM. [6], 125-126.
12. Baily, 112. Copies in PRO/SP 29/368, ff. 299 and 44, p. 10.
13. Baily, CM. [6], 37.
14. Там же, 39.
15. Memorandum by Pell, 1675 (BL Add. MS. Birch 4393, f. 93V).
16. Forbes E.G. The Origins of the Royal Observatory... 39-48.
17. Baily, CM. [6], 126.
18. Howarth W. Greenwich: past and present (London, Greenwich, c. 1886), 84.
19. Baily, CM. [6], 112.
20. Howse Derek, Greenwich Observatory, vol. III: Its Buildings and Instruments, 5.
21. PRO/WO. 47/19b Baily.
22. Howse Derek, Hutchinson B. The Tompion clocks at Greenwich and the dead-beat escapement, 24.
23. Wren to Fell, 3 December 1681 [Wren Society, V (Oxford, 1928), 21-22].
24. R. Society MSS. 243 (F1).
25. Там же.
26. RGO MSS. 1, f. 22.
27. Horrox J. Opera Postuma... in calce adjiciuntur Johannis Flamsteedii, Derbiensis, de Temporis Aequatione Diatriba... (London, 1673).
28. RGO MSS. 36, f. 54.
29. Howse, Derek. Greenwich Observatory, vol. III: Its Buildings and Instruments, 30.
30. Baily, CM. [6], 99.
31. Там же, 321.
32. Там же.

Глава 3

1. May W. E. The Last Voyage of Sir Clowdisley Shovel, *J. Inst. Navig.* 13 (1960), 324-332.
2. Lanoue, memorial of 1736, cited by Moriatty H.A. in article "Navigation", *Encyclopedia Britannica*, 9th edn. (1884), XVII, 258.
3. May W.E. The Last Voyage of Sir Clowdisley Shovel, *J. Inst. Navig.* 13 (1960), 324-332.
4. *The Guardian*, no. 107 (14 July 1713), 254-255.
5. Osborn James M. That on whiston by John Gay, *Bibliographical Society of America, Papers*, LVI (1962), 73.
6. *The Guardian*, CM. [4], loc. cit. 255-256.
7. Whiston W., Ditton H. A New Method for Discovering the Longitude both at Sea and Land (London, 1714).
8. Osborn James M. "That on Whiston" by John Gay, *Bibliographical Society of America, Papers*, LVI (1962), 74.
9. Swift Arbuthnot. Pope and Gay, *Miscellanies, the Fourth Volume. Consisting of Verses by Dr. Swift, Dr. Arbuthnot, Mr. Pope, and Mr. Gay* (London, 1747), 145-146.
10. Rawson C. J. Parnell on Whiston, *Bibliographical Society of America, Papers*, LVII (1963), 91-92, citing BL. Add. 38157.
11. *House of Common Journal*, 17 (11 June 1714).
12. Act 12 Anne cap. 15 (13 Anne cap. 14 by modern notation). Quoted in full in Quill,

- Humphrey, John Harrison, the Man who found Longitude, 225-227.
13. Gould. The Marine Chronometer, 32-35.
 14. Hobbs William. Broadsheet dated 15 Sept. 1714 in Flams teed MSS. vol 69, f. 160r.
 15. Bull Digby. Letter to Commissioners dated 29 Sept. 1714, Flamsted MSS. vol. 36, f. 116V.
 16. Brewster Sir David. Memoirs of the Life, Writings, and Discussions of Sir Isaac Newton (Edinburgh, 1855: Johnson reprint, 1965), II. 263.
 17. Brewster Sir David. On Sir Christopher Wren's Cipher, containing Three Methods of finding the longitude, Report of the Twenty-ninth meeting of the British Association... held at Aberdeen September 1859 (1860), 34.
 18. Bennett J.A. Studies in the Life and Work of Christopher Wren. PhD thesis, Cambridge University, 1974, 263-265.
 19. Свифт Дж. Путешествия Лемюэля Гулливера. -М.: Детгиз, 1955.
 20. Paulson Ronald. Hogarth's Graphic Works (revised edn., London and New Haven, 1970), I, 169-170.
 21. Голдсмит Оливер. Ночь ошибок.-М.: Искусство, 1954.
 22. Maindron Ernest. Les Fondations de Prix a l'Academie des Sciences 15.
 23. Там же, 23.
 24. Там же, 17.
 25. Marguet F. Histoire de la longitude, 85-87.
 26. Chapin Seymour. A survey of the efforts to determine longitude at sea, 247.
 27. Rrown. L.A. The Story of Maps, 186-190.
 28. Phil. Trans. 37, no. 420 (1731), 145-157.
 29. Dictionary of American Biograpfhy, IV, 345-346.
 30. Bedini Silvio. Thinkers and Tinkers: Early American Men of Science (New York, 1975), 118.
 31. Shepherd A. Tables for Correcting the Apparent Distance of the Moon and a Star from the Effects of Refraction and Parallax (London, 1772), Preface.
 32. Halley E. A Proposal of a Method for finding the Longitude at Sea within a Degree, or twenty Leagues, Phil. Trans. 37, no. 421 (1731) 195.
 33. Chapin Seymour. A survey of the efforts to determine longitude at sea 247-248.
 34. Board of Longitude MSS. vol. V, 10-11, Minutes 6 March 1756 (RGO Herstmoneeux, henceforth cited as BL).
 35. Forbes E.G. Greenwich Observatory, vol. I: Origins and Early History 120-121.
 36. Maskelyne N. The British Mariners Guide (London, 1763).
 37. BL 5/27 (4 Aug. 1763).
 38. BL 5/39-40 (9 Feb. 1765).
 39. Там же.
 40. Royal Warrant of 4 March 1674/5.
 41. The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the Year 1767 (1766).
 42. Например, Gould R.T. The Marine Chronometer (London, 1763).
 43. BL 5/12v.
 44. Act 3 Geo. III, cap. 14.
 45. BL 5/30v.
 46. Act 5 Geo. III, cap. 20.
 47. Howse D. Captain Cook's marine timekeepers, Antiquarian Horology (1969), 190-205, reprinted as The Clocks and Watches of Captain James Cook, 1769-1969.
 48. Beaglehole J. C. The Journals of Captain James Cook, II (London, 1961), 692.
 49. Wales W., Bayly W. The Original Observations made... in the years 1772, 1773, 1774 and 1775... (London, 1777), 280.
 50. May W. E. How the chronometer went to sea, 638-663.
 51. Nivernois to Praslin, 21 March 1763; Praslin to Choiseul, 28 March 1763; Choiseul to

Academie, 31 March 1763; Academic to Choiseul, 4 April 1763; extract from Academie register, 16 April 1763.

52. Chapin Seymour. Lalande and the longitude: a little-known London voyage of 1763, Notes and Records of the Royal Society, 32 (1978).

53. Camus to Morton, 2 June 1763; Morton to Camus, 3 June 1763.

54. Le Roy Pierre. Expose succinet des Travaux de MM. Harrison et Le Roy dans la Recherche des Longitudes en Mer et des epreuves faites de leurs Ouvrages (Paris, 1768), 34-35.

55. Ditisheim P. et al. Pierre Le Roy et la Chronometre, 100-1, quoting from Berthoud, Traite des Montres a Longitude... (Paris, 1792), and Berthoud to Minister of Marine, 26 Dec. 1765 (Bibl. Nat.: Nouv. acq. francais 9849).

56. Maindron Ernest. Les Fondations de Prix..., 21.

57. Marguet F. Histoire de la longitude, and Guyot, E., Histoire de la determination des longitudes.

58. Gould R.T. The Marine Chronometer, 86.

59. Lois Decrets. Ordonnances et Decisions concernant le Bureau des Longitudes (Paris, 1909), 1-15.

60. Morando B. Le Bureau des Longitudes, 279-294.

61. The Time-Ball of St. Helena, Nautical Magazine IV (1835), 658.

62. Nautical Magazine (London, 28 Oct. 1833), 680.

63. Neptune, The Time-ball at Greenwich, Nautical Magazine IV (1835), 584-586. Laurie P. S. The Greenwich Time-ball, The Observatory, 78, no. 904 (June 1958), 113-115; Howse Derek. Greenwich Observatory, vol. iii: Its Buildings and Instruments, 134-136.

Глава 4

1. Bigourdan G. Le jour et ses divisions... B, -840; Neugebauer O. A. History of Ancient Mathematical Astronomy.

2. Bigourdan G. Le Jour et ses divisions... B8-9.

3. Joyce H. The History of the post office (1893), 283.

4. Airy G. B. Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors (1857), 15. Henceforward cited as Report...

5. Illustrated London News, 14 May 1842, 16.

6. PRO/RAIL 1005/235, f. 58, 3 Nov. 1840.

7. House of Lords Record Office.

8. PRO/RAIL 1008/95.

9. Booth Henry. Uniformity of Time, considered especially in reference to Railway Transit and the Operations of the Electric Telegraph (London and Liverpool, 1847), 4.

10. Там же, 16.

11. Smith H. M. Greenwich time and the prime meridian, 221.

12. PRO/RAIL 1007/393 (for L and NWR) and private communication from Prof. J. Simmons (for Caledonian R.).

13. Illustrated London News, 13, 23 Dec. 1848, 387.

14. Bagwell P. The Transport Revolution from 1770 (London, 1970).

15. Kieve J.L. Electric Telegraph: A Social and Economic History, 104.

16. Airy's journal (RGO MS. 621).

17. The Times, 23 Aug. 1852.

18. Ellis William. Lecture on the Greenwich System of Time Signals, 98-99.

19. Varley C.F. Description of the Chronopher, 1864 (GPO Post Office Records-Post 81/46).

20. The Times, 19 June 1852.

21. RGO MSS. 1182/2.

22. RGO MSS 1181/3.

23. RGO MS. 1190.01.

24. При составлении этого списка использованы следующие источники: Ellis W. Lecture on the Greenwich System of Time Signals, April-July 1865, 85-102, 109-114, 121-124; Ellis W. Time Signalling: a retrospect, The Horological Journal, Oct. 1911, 21-23; Airy, Report (1868), 22.
25. Airy. Report (1868), 22.
26. Lecture on the Greenwich System of Time Signals, 123.
27. GPO/Post 30/E 9195/1888, file 2.
28. Shenton Rita, private communication, 21 March 1978.
29. Jagger Gedric, Philip Paul Barraud (London, 1968), 68-69.
30. Davies Alun C. Greenwich and Standard Time, History Today, 28(3) (March 1978), 198.
31. R[ussell] W.J. Abraham Follett Oster, 1808-1903 [1904].
32. The Times, 12 Jan. 1850.
33. Smith H.M. Greenwich time and the prime meridian, Vistas in Astronomy, 220 (1976).
34. Edinburgh Town Council, Minutes, 4 Jan. 1848.
35. Illustrated London News, 12, 12 Feb. 1848, 89.
36. Greenwich time, Blackwood's Edinburgh Magazine, 63 (March 1848), 354-61.
37. F [rodsham] C [harles]. Greenwich time: the universal standard of time throughout Great Britain (London, 1848), 11 pp.
38. Railway-time aggression, Chambers Edinburgh Journal, XV, no. 390, new series (217 June 1851), 392-5.
39. Illustrated London News, 3 Jan, 1852, 10.
40. The Times, 21 Nov. 1851, 3.
41. The Times 17 Nov. 1851, 7.
42. RGO MS, 1168/118-21.
43. Airy. Report (1853), 8.
44. The Western Luminary, 31 Aug. 1852 (RGO MS, 1181/132).
45. RGO MS. 1168/133.
46. Latimer J. The Annals of Bristol in the Nineteenth Century (Bristol, 1887).
47. The English Reports, CLVII, Exchequer Division, XIII (1916), 719.
48. Act 43 and 44 Viet, c., House of Lords Record Office.

Глава 5

1. Forbes E.G. Greenwich Observatory, vol. i: Origins and Early History (London, 1975), 150.
2. Airy. Reports (1855), 11; (1863), Appendix HI, 19.
3. Airy. Report (1867), 20, and RGO MS. 1187-1201.
4. Airy. Report (1867), 21.
5. Bigourdan G. Le jour et ses divisions. Les fuseaux horaires et l'Association Internationale de l'Heure, Annuaire du Bureau des Longitudes (Paris, 1914), B43 4n.
6. Corliss C.J. The Day of Two Noons (Washington 1941), 3.
7. Weber Gustavus A. The Naval Observatory, its History, Activities and Organization (Baltimore, 1926), 27-28.
8. Langley S. P. On the Allegheny System of Electric Time Signals. The American Journal of Science and Arts (1872), 377-386.
9. Carson, Mrs. Ruth, частное сообщение от 11 ноября 1968 г., цитируемое Dawd Charles N. (ed.), Charles F. Dawd.
10. Dawd, Charles N. (ed.), Charles F. Dawd. A.M., Ph. D. and Standard Time (New York: Knickerbocker Press, 1930).
11. Smith H. M. Greenwich time and the prime meridian, Vistas in Astronomy (1976), 222-223.
12. New York Herald, Sunday 18 Nov. 1883, 10.
13. Там же, 19 Nov. 1883, 6.

14. Popular Astronomy, Jan. 1901.
15. Detroit News, 26 Sept. 1938.
16. Rubio Jose Pulido. El Piloto Mayor... de la Casa de la Contratacion (Sevilla, 1950), 438-441.
17. Perrin W.G. The Prime Meridian, Mariner's Mirror, XIII, no. 2 (April 1927), 118.
18. Там же, 119.
19. Remarques sur les Observations astronomiques faites aux Canaries en 1724 par le P. Feuillée, Minime, Mem, de l'Acad. Royale des Sc. de Paris (1742), 350-353.
20. Struve Otto. The Resolutions of the Washington Meridian Conference 85 [in RGO Tracts, Geodesy, 02016 (8)].
21. Comptes-rendus des Congres des Sciences Geographiques, Cosmographiques, et Commerciales tenu a Anvers du 14 au 22 Aout 1871 (Anvers, 1882), II, 254-255.
22. Borsari Ferdinando. II Meridiano iniziale e l'ora universale (Napoli, 1883), 61.
23. Smith H. M. Greenwich time and the prime meridian, Vistas in Astronomy (1976), 222.
24. Fleming S. Uniform non-local time (Terrestrial Time) (Ottawa [1876]).
25. Mayall R. Newton. The Inventor of Standard Time, Popular Astronomy, L, no. 4 (April 1942).
26. Fleming S. Time-reckoning and the selection of a prime meridian to be common to all nations (Toronto, 1879).
27. Fleming S. Universal or Cosmic Time (Toronto, 1885), 33.
28. Там же, 31.
29. Там же, 35-38.
30. Memorandum of the Royal Society of Canada on the Unification of Time at Sea, Trans. R. Soc. Canada (1896-7), II, 28.
31. De Beaumont H. Bouthillier. Choix d'un meridien initial unique (Geneva, 1880).
32. Wheeler G. M. Report upon the Third International Geographical Congress... 1881... (Washington, 1885), 28-29.
33. Smith H. M. Greenwich time and the prime meridian, Vistas in Astronomy (1976), 224-225.
34. International Conference held at Washington for the purpose of fixing a Prime Meridian and a Universal Day, October 1884 - Protocols of the Proceedings.
35. H [inks] A. R. Nautical time and civil date, Geographical journal, LXXXVI, 2 (1935), 153-157.
36. Norie J. W. A New and Complete Epitome of Practical Navigation ... (10th edn. 1831), 313.

Глава 6

1. Pasquier E. Unification of Time, in Journal of the British Astronomical Association, Nov. 1891, 107.
2. Bigourdan G. Le jour et ses divisions. Les fuseaux horaires et l'Association Internationale de VHeure, Annuaire du Bureau des Longitudes (Paris, 1914), B 60-68.
3. Decret no. 78-855 du 9 aout 1978 relatif a l'heure legale francaise, Journal Officiel de la Republique Francaise, 19 Aug. 1978, 3080.
4. Bigourdan G.. Le jour et ses divisions. Les fuseaux horaires et l'Association Internationale de l'Heure, Annuaire du Bureau des Longitudes (Paris, 1914), B 35.
5. Memorandum of the Royal Soc. of Canada... (ch. 5 no 30), loc. cit. 15.
6. Там же, 48.
7. Bigourdan G. Le jour et ses divisions. Les fuseaux horaires et l'Association Internationale de l'Heure, Annuaire du Bureau des Longitudes (Paris, 1914), B 36.

8. Minutes of Conference on Time-keeping at Sea, London, June-July 1917 (MOD, Hydrographic Dept. MSS).
9. Sadler D. H. Mean Solar Time on the Meridian of Greenwich, Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 19 (1978), 290-309.
10. Pigafetta Antonio. Diary, quoted in Stanley, Lord, of Alderley (ed.). The First Voyage round the World (London, Hakluyt Society, 1874), 161.
11. Leigh-Browne F. S. The International Date Line, The Geographical Magazine, April 1942, 305-306.
12. Hellweg J.F. United States Navy time service, Pub. Astr. Soc. Pacific, 52, 305 (Feb. 1940).
13. Bigourdan G. Les services horaires de l'observatoire de Paris ..., Bulletin Astronomique, II, 1921-1922, 30.
14. Там же, 32-33.
15. Bureau des Longitudes, Conference internationale de l'heure ... (Paris, 1912), Dt.
16. Smith H.M. The Bureau International de l'Heure, Proceedings of the 8th Annual PTTI Applications and Planning Meeting, Nov. -Dec. 1976.
17. De Carle D. British Time, 152-157.
18. Wilson M. Ninth Astronomer Royal (Cambridge, 1951), 201.
19. Bigourdan G. Le jour et ses divisions. Les fuseaux horaires et l'Association Internationale de l'Heure, Annuaire du Bureau des Longitudes (Paris, 1914), B72-B73.
20. Esclancon E. La Distribution telephonique de l'heure et l'horloge parlante de l'observatoire de Paris, Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1934, c. 6-11.
21. Ordnance Survey, History of the Retriangulation of Great Britain (1967), 92-101.

Глава 7

1. Smith H.M. The determination of time and frequency, Proc. IEE, 98, II, 62 (April 1951), 147.
2. Spencer Jones, Sir Harold. The Earth as a Timekeeper, Proc. R. Inst. GB, XXXIV, 157 (1950), 553.
3. Trans. Int. Astr. Un., X (1960), 489.
4. Proces-verbaux des Seances in Comite International des Poids et Mesures, 2e serie, Tome XXV, session de 1956 (Paris, 1957), p. 77. (Author's translation).
5. Blair B.E. (ed.). Time and Frequency: Theory and Fundamentals (US National Bureau of Standards, May, 1974), 93-95.
6. Comptes-rendus des Seances de la Treizieme Conference Generale des Poids et Mesures (Paris, 1968), Resolution 1, p. 103. (Translation in Blair, op. cit., p. 11.)
7. Smith H. M. International time and frequency coordination, Proceedings of the IEEE, 60, no. 5 (May 1972), 479-487.
8. Comptes-rendus des Seances de la Quinzieme Conference Generale des Poids et Mesures (Paris, 1976), Resolution 5, p. 104.
9. Sadler D.H. Mean Solar Time on the Meridian of Greenwich, Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 19 (1978), 290-309: this gives an excellent account of many of the events related in this chapter.
10. Decret no. 78-855 du 9 aout 1978, loc. cit. 3080.

Приложение I

1. Edwards Clinton R. Mapping by questionnaire: an early Spanish attempt to determine New World geographical positions, Imago Mundi, XXIII (1969), 21-22.

Приложение II

1. Howse Derek. Greenwich Observatory, vol. III: Its Buildings and Instruments (London,

1975).

2. Perfect D.S. The PZT of the Royal Greenwich Observatory, O.N. RAS (1959), 223-233.
3. Danjon A. L'Astrolabe Impersonnel de l'observatoire de Paris Bull. Astron., XVIII (1954), 251.
4. Guyot E. Histoire de la determination des l'heure, 117-119.

Приложение III

1. Howse Derek and Hutchinson B. The Tompion clocks at Greenwich and the dead-beat escapement (Antiquarian Horology reprint, 1970-1971).
2. Gazeley W.J. Clock and Watch Escapements (London, 1973).

Дополнительная литература

Завельский Ф. С. Время и его измерение. От биллионных долей секунды до миллиардов лет. -М.: Наука, 1977.

Селешников С. И. История календаря и хронология. -М.: Наука, 1977.

Время и частота. Под ред. Дж. Джесперсона, Б. Блейра и Л. Гетгерера. -М.: Мир, 1973.

Бакулин П. И., Блинов Н.С. Служба точного времени. -М.: Наука, 1977.

Подобед В. В., Нестеров В. В. Общая астрометрия. -М.: Наука, 1982.

Пипуныров В. Н. История часов с древнейших времен до наших дней. -М.: Наука, 1982.