Реферат

На тему:

«История часов и часы в истории»

**Введение**

«Начало научного мышления, извлекшего человека из животного состояния, связано с измерением времени» – отмечал историк античной техники Г. Дильс. Астрономия была первой наукой о времени, она зародилась еще в доисторический период развития культуры.

Немыми памятниками, свидетельствующими о наличии практического интереса к астрономическим знаниям у людей позднекаменного и начала бронзового века (XX в. до н.э.), являются мегалитические, или крупнокаменные, постройки, ориентированные по Солнцу и Луне. Некоторые из них позволяли с удивительной точностью вести календарный счет дням, отмечать наступление начала времен года и предсказывать наступление солнечных и лунных затмений. Такие каменные календари были установлены во многих частях света – на равнинах Франции, Англии, в Перу и т.д. Среди них наибольшей известностью пользуется мегалитическое сооружение, расположенное на равнине в 13 км от г. Солсбери (Англия). Оно известно под названием Стоунхендж (Stonehenge – висячие камни) и было возведено на рубеже каменного и бронзового веков (XIX–XVI вв. до н.э.). Стоунхендж, имеющий такую древность, и сегодня продолжает будоражить мысль ученых, как одно из удивительных достижений техники и науки в эпоху первобытнообщинного строя.

Поскольку в Древнем мире и в Средние века наука о часах – гномоника – развивалась как неотъемлемая часть астрономии, то периодизация истории развития методов и средств измерения времени за этот период, охватывающий более трех тысяч лет, совпадает в основном с периодизацией истории астрономии. Соответственно можно выделить следующие этапы последовательного развития астрономии и гномоники, конструкций солнечных и водяных часов.

1. Древневосточный, охватывающий развитие последних в Древнем Вавилоне, в Древнем Египте, в Древнем Китае и в других странах Древнего Востока. Достижения в области древневавилонской и древнеегипетской гномоники были истоками последующего, более прогрессивного ее развития в Древней Греции.

2. Античный, охватывающий развитие часов не только в Древней Греции, но и в период эллинистической и александрийскоримской культуры.

3. Средневековый, когда развитие астрономии и гномоники происходило в средневековом Китае, в Византии, на мусульманском Востоке, в Индии и в средневековой Европе.

История часов Древнего мира и Средних веков излагается в первой части настоящей книги. Это история солнечных, водяных, песочных и «огневых» часов; заканчивается она историей ранних механических часов, снабженных регулятором фолио и шпиндельным ходом (до появления маятниковых и балансовых часов).

В Древнем мире и в Средние века при господстве аграрного строя и ремесленной техники не было нужды делить время на мелкие отрезки и точно их измерять, как теперь. Люди жили и определяли время по естественному движению Солнца, по длинным летним дням и коротким зимним, которые одинаково делились на 12 часов. Поэтому приходилось считать время по неравным часам, кроме дней равноденствия. С этим они мирились, поскольку хозяйственный уклад их жизни был приноровлен к естественному движению Солнца. Порядок и темп выполнения сельскохозяйственных работ регулировались медленно протекающими природными процессами, связанными с возделыванием растений, уходом за животными, с переработкой растительных и животных продуктов и т.д. Отсюда вытекало крайне экстенсивное использование времени.

В более точном измерении времени нуждалась астрономия, получившая развитие в городах, ставших культурными центрами. В то время она была единственной наукой, действительно нуждавшейся в усовершенствовании техники измерения времени, в наблюдении и изучении годового и суточного движения Солнца, изменения фаз Луны, положения звезд и т.д. Не с земного мира, а с небесных тел началось первое изучение материального мира в движении, а следовательно во времени.

Вместе с астрономией развивалась гномоника – наука о часах. (Гномон – указатель перемещения тени Солнца, по длине и направлению которой измерялось время.) Ясность неба в Вавилоне, Египте и Греции создавала благоприятные условия как для астрономических наблюдений, так и для использования гномонов и солнечных часов для измерения времени. Однако они были непригодны в пасмурную погоду и ночью. Поэтому наряду с солнечными получили распространение водяные часы, часто называвшиеся ночными. Применялись также песочные и огневые часы. В XIV–XVII вв. появились часы механические.

Кроме астрономии и гномоники, никакая другая наука того далекого времени не интересовалась проблемой времени и его измерением. В математике время даже не упоминалось. В физике, как всеобщей науке о природе, применение средств для измерения времени было весьма ограниченно. Получили научную разработку геометрическая оптика и акустика по причине простоты эмпирических данных, составляющих основание этих наук, и возможности их математической обработки. Статическая часть механики – эта геометрия сил – была разработана Архимедом; она также не нуждалась в измерениях времени. Химия, минералогия и биология носили описательный характер. Отсутствие интереса к проблеме времени и его измерению было связано с господством теологического взгляда на мир. Последний рассматривался как целесообразно устроенный, пребывающий в евклидовом пространстве в состоянии покоя, т.е. в статике, а не в динамике.

Астрономия в Древнем мире и в Средние века использовалась для составления календаря, часто имевшего религиозный смысл. Гномоника служила также основой для конструирования солнечных и водяных часов, которые устанавливались в городах – на площадях, рынках, в храмах. Хронометрия Древнего мира и Средних веков не вышла в своем развитии из рамок создания несовершенных средств измерения времени, какими были солнечные, водяные, песочные и огневые часы.

Теоретические выводы древней и средневековой астрономии наибольшее практическое применение имели в теории солнечных часов. При кажущейся простоте измерения времени с помощью солнечных часов в ходе разработки теоретических ее основ возникали и решались математические задачи о трисекции угла, о конических сечениях, о стереографической проекции и т.д.

Решение задач гномоники на мусульманском Востоке в конечном счете привело к обоснованию и применению для этой цели формул прямолинейной и сферической тригонометрии. Создание солнечных, водяных, песочных часов, а также водяных часов в комплексе с астрономическими приборами способствовало развитию точной механики. Последняя служила связующим звеном между приборостроением и опытной наукой.

К. Маркс в 1863 г. писал Ф. Энгельсу, что часы «по своему характеру базируются на сочетании полухудожественного ремесла с теорией в прямом смысле». Эта характеристика справедлива не только в отношении часов, но и всех других научных и измерительных приборов (астролябии, армиллярной сферы и т.д.).

Развитие механических часов в XIV–VII вв. рассматривается не только как переходный этап от немеханических часов к механическим, но и как неотъемлемая и существенная часть истории часов того времени, оказавшая наибольшее влияние на развитие как техники, так и философских взглядов. Появление механических часов в Западной Европе К. Маркс ставит в прямую связь с развитием науки и производства. «Часы порождены художественно – ремесленным производством вместе с ученостью, ознаменовавшей собой зарю буржуазного общества». В другом месте он указывает, что «ремесленный период… оставил нам великие открытия: компас, порох, книгопечатание и автоматические часы».

Результаты изучения математики и механики в эпоху Возрождения получили разностороннее применение сначала в Италии, а затем и в других странах Западной Европы при создании башенных часов в XIV–XV вв. Даже самые ранние башенные часы были с точки зрения механики весьма сложными, основанными на синтезе разнообразных механизмов, и у их создателей предполагали наличие обширных знаний и развитой художественно-ремесленной техники. Не случайно немецкие писатели XVI в. часовое ремесло, как указывает Маркс, называли «ученым (не цеховым) ремеслом».

Однако распространение ранних механических часов не могло вытеснить применение водяных, песочных, солнечных и огневых часов. Итальянец Даниель Барбаро, написавший в 1556 г. Свои знаменитые комментарии к «Архитектуре» Витрувия, свидетельствует, что в его время применялись, кроме солнечных часов, «колесные часы, а также песочные; первые удивляют искусством и изобретательностью, а вторые – удобством и простотой; существуют и огневые часы, в которых за известный промежуток сгорает известная часть фитиля, существуют и водяные часы…».

XV–XVII века оказались временем наивысшего развития в Западной Европе гномоники, опирающейся не только на освоение учености классической древности и средних веков, но и на достижения новой гномоники. Ее выводы были использованы для создания солнечных часов, основанных на новых принципах.

Определяющее влияние на развитие новой гномоники оказали переход Западной Европы на новое исчисление времени по равноденственным часам и необходимость создания солнечных часов, приспособленных к этому новому исчислению времени. Большое распространение в это же время имели в быту и на кораблях песочные часы, которые стали использоваться для регулирования смены вахт. Начали создаваться сложного устройства водяные часы, часто с использованием средств механики, применявшихся тогда для устройства механических часов.

В XVII в. появляются карманные часы, но они оказались не настолько точными и надежными, чтобы их можно было применять для астрономических наблюдений. Поэтому астрономы продолжали пользоваться водяными и песочными часами. Даже Ньютон еще интересовался усовершенствованием водяных часов. Астроном Тихо Браге пользовался песочными или ртутными часами, поскольку обнаружил непригодность механических часов

того времени для астрономических наблюдений. Галилей производил свои опыты над падением тел с помощью водяных часов.

Потребность в часах с более высокой точностью хода была вызвана развитием экспериментального естествознания со времени Галилео Галилея, необходимостью определять долготу местонахождения кораблей при плавании по Атлантическому и Индийскому океанам и бурным развитием торговли, особенно в XVII в. Назревшая потребность в часах с точным ходом быларешена путем изобретений маятника и системы баланс – Спираль, которые обладают собственным периодом колебания и применяются в качестве регулятора хода. Они заменили несовершенный регулятор фолио, основанный на силовом замыкании со шпиндельным ходом путем передвижения вручную грузиков на концах коромысла. С этого времени стала развиваться классическая колебательная хронометрия. Началась новая история часов.

Изобретение Галилеем и Гюйгенсом маятниковых часов не только открыло новую эру в хронометрии, но имело далеко идущие последствия для развития новой механики, основанной на изучении динамических систем. Галилей обнаружил изохронное свойство колебаний маятника. Гюйгенс, обосновывая теорию колебания маятника, пришел к созданию динамики материальных точек твердого тела. Созданная трудами Ньютона классическая механика открыла блестящую перспективу для развития техники и хронометрии на новой основе. Ньютон развил учение об абсолютном времени, бесконечно продолжающемся с неизменным постоянством. Ньютон представлял это движение по аналогии с идеальным часовым механизмом с вечным заводом, имеющим непрерывный и равномерный ход. Само собой разумеется, что такое движение возможно лишь при условии действия одинаковой и постоянной причины. Создание на подобной основе часов стало возможным только на высоком уровне развития науки и техники. Такими часами и являются современные атомные и молекулярные часы.

Ньютон писал, что «возможно, и не существует в природе совершенно равномерных движений, которые могли бы послужить для точного определения времени». Но их можно технически воспроизвести, для чего, по мнению Н.И. Лобачевского, «мы должны устроить машину, дабы видеть равноту движения». Часы, по Лобачевскому, и являются таким прибором.

Теоретики и практики часового дела в XIX–XX вв. имели активную ориентацию на создание часов с вполне равномерным ходом. Эта задача решалась в ходе совершенствования маятниковых часов и балансовых часов со спиральной пружиной на основе освоения классической механики и физики и творческих поисков в этой области.

В развитии классической колебательной хронометрии можно выделить три этапа, характеризующие последовательный ход усовершенствований маятниковых часов и часов, основанных на применении системы баланс – спираль.

На первом этапе (конец XVII–XVIII в.) были созданы астрономические маятниковые часы с точностью хода 0,1 с, хронометр, пригодный для определения долготы на суше и на море, изобретен свободный анкерный ход для карманных часов. Этим заложена прочная основа для дальнейшего развития прецизионных часов на основе классической колебательной хронометрии.

На втором этапе (XIX в. – первые десятилетия XX в.) было достигнуто дальнейшее повышение точности хода маятниковых часов до 0,01 с благодаря применению хода «с постоянной силой» или свободного анкерного хода, инварного маятника, повышению изохронизирующего действия пружинного подвеса. Исключительное значение для повышения точности хода маятниковых часов имело применение для этого средств электротехники.

Наивысшим достижением было создание в 1921 г. Английским ученым Шортом электрических астрономических маятниковых часов с двумя маятниками: одним – свободным, другим – рабочим. Точность их хода 0,001 с.

Дальнейшее повышение точности хода балансовых часов со спиральной пружиной было достигнуто благодаря усовершенствованию и технологическому освоению изобретенного в XVIII в. свободного анкерного хода, который во второй' половине XIX в. вошел во всеобщее применение в карманных часах, а в первые десятилетия XX в. – и в наручных. Немалое значение для этого имело применение материалов из ферроникелевых сплавов (инвара, элинвара, ниварокса и др.) для балансовых пружин, а также достигнутые успехи в разработке теории хода балансовых часов на основе теоретических и экспериментальных исследований;

На третьем этапе (после окончания второй мировой войны и до наших дней) развитие классической колебательной хронометрии доведено до наивысшего возможного уровня; по существу, были исчерпаны все ресурсы повышения точности и надежности хода маятниковых и балансовых часов на традиционно механической основе. Встал вопрос о применении в часах более добротных осцилляторов и новых средств техники. Были созданы конструкции наручных часов, пригодных для массового производства на основе взаимозаменяемости и всесторонней автоматизации.

Точность измерения секунды повышалась не постепенно, а ступенями, по мере того как появлялись требования к повышению точности со стороны мореходства, промышленности, науки и техники. «Что было бы, – отмечает К. Маркс, – без часов в эпоху, когда решающее значение имеет стоимость товаров, а потому и рабочее время, необходимое для их производства?».

В условиях развивающегося капиталистического производства реальное значение времени и контроль за его использованием Все более и более возрастают, в особенности в период развития позднекапиталистической экономики. Стало необходимым понижение средней нормы прибыли компенсировать повышением темпов производства и увеличением эксплуатации наемного труда путем введения скоростных машин и средств передвижения. Производство вследствие такой его интенсификации начинает страдать хроническим недостатком времени. По мере проникновения машинной техники во все сферы хозяйства эта болезнь делается болезнью и индустриального общества в целом.

XIX–XX века ознаменовались бурным развитием науки, что было бы невозможно без применения точных часов. В связи с этим во всех астрономических обсерваториях развилась служба точного времени, а с появлением радио – передача сигналов точного времени.

В настоящее время трудно переоценить значение для науки повышения точности определения времени, связанной с развитием техники измерения времени. Вместе с тем это всегда влечет за собой и развитие науки.

Измерение коротких интервалов времени приобрело, в частности, особое значение, когда было обнаружено существование элементарных частиц типа мезонов, гиперонов, нейтронов и антинуклонов. Время существования некоторых частиц чрезвычайно мало: оно не достигает даже микросекунды, и наблюдения над элементарными частицами стали возможны лишь благодаря тому, что научились производить физические измерения в очень коротких интервалах времени.

Повышение точности измерения времени на 2–3 порядка в связи с появившейся возможностью применения для этой цели электронной схемы в сочетании с новыми осцилляторами (кварц, камертон, атом, молекула) открыло невиданные возможности для новых открытий. Развитие научной мысли не только ставило перед хронометрией все новые и новые задачи, но рано или поздно открывало средства для решения этих задач. И это весьма характерно для взаимосвязи развития науки и хронометрии.

Новейшая и современная история часов изложена в третьей части книги. Наибольший прогресс в техническом воспроизводстве равномерных движений для целей измерения времени был достигнут только благодаря изобретению и совершенствованию кварцевых и атомных часов, когда наука перешла от изучения макромира к микромиру. Изобретение и совершенствование кварцевых часов в 20–30-х годах XX в. было вызвано развитием пьезотехники – новой области радиотехники, исследующей явления пьезоэлектричества и использование их для конструирования различной радиотехнической аппаратуры. С помощью кварцевых часов точность измерения секунды может быть доведена до (3–4). Точность эта такова, что дает возможность уловить ничтожно малые колебания при вращении Земли вокруг оси. Изобретение кварцевых часов открыло колоссальные возможности в развитии приборов времени с использованием средств электроники.

Усовершенствования в области радиочастотной спектроскопии и электроники позволили создать в 1955 г. атомные часы, основанные на использовании квантовомеханических осцилляторов – молекул и атомов. С их появлением стало возможным осуществить окончательный переход от измерения времени на основе вращения Земли к измерению всех интервалов времени, включая продолжительность суток и года, в атомных единицах.

Современная наука и техника дают возможность измерять резонанс атома более точно, чем движение звезд и планет, и этот резонанс оказался более устойчивым, чем движение планет.

В настоящее время наилучшим эталоном времени признан водородный мазер, изготовленный в Швейцарии, с шириной спектра 1 Гц; его стабильность может быть доведена до 10–13. Имеются и другие атомные эталоны единицы времени. В Англии с 1958 г. в качестве базы единицы времени принят цезиевый эталон с атомно-лучевой трубкой. Измерять время и частоту с помощью этих часов можно с точностью до 1 • 10»», в то время как астрономическими средствами (по разности между последовательными пересечениями звезд меридиана) с такой точностью время не может быть определено.

Атомные часы поистине являются детищем атомного века; они позволили повысить точность измерения секунды по меньшей мере на три порядка и произвели настоящую революцию в технике измерения времени. После этих изобретений хронометрия стала важным направлением современной научно-технической революции и адекватной по своим возможностям ее требованиям.

Рис. 1. Диаграмма роста точности приборов времени

Развитие радиоэлектронных полупроводниковых приборов начиная с 50-х годов нашего столетия открыло новые значительные перспективы в отношении создания не только электромеханических, но и электронно-механических наручных часов. Так, в 1959 г. Были созданы камертонные наручные часы с применением электронных схем на транзисторах, а в 1967 г. – наручные часы с кварцевым, осциллятором на интегральных схемах со стрелочной

и цифровой индикацией. Точность хода новых наручных часов на несколько порядков выше, чем у обычных карманных часов. С каждым годом значение применения электроники в создании новейших приборов времени увеличивается, и в настоящее время точная механика и электроника уже вполне породнились в этой области между собой. Отсюда тесная связь электротехники и электроники с точной механикой в практике современной часовой промышленности. Специалист в области точной механики теперь не имеет права ограничивать себя только механическими решениями, а должен выбирать оптимальный для данных условий вариант, будь он только механическим или электрическим или тем и другим.

Уорд приводит диаграмму роста точности хода часов со времени появления механических часов до наших дней (рис. 1). По диаграмме можно судить о динамике повышения точности хода часов. Пока в качестве регулятора шпиндельного хода применяли фолио, повышение точности хода часов происходило крайне медленно. Только после изобретения маятниковых часов стал возможен ускоренный прогресс. Он особенно увеличился после изобретения электрических часов с двумя маятниками. Подлинная революция в этой области произошла после изобретения кварцевых и атомных часов. На диаграмме хорошо видны эти узловые моменты («скачки»).

1. **Солнечные часы**

Солнечные часы, а если быть более точным – их разновидность под названием гномон являются древнейшим из известных инструментов для измерения времени. О таких простейших солнечных часах упоминается в Книге пророка Исайи. Археологические же исследования показывают, что солнечные часы существовали и до древнего Вавилона. Самые старые из найденных часов датируются пятью тысячелетиями до нашей эры. Из Вавилона к нам пришло деление суток на двадцать четыре часа, а часа на 60 минут.

Рис. 2. Солнечные часы. Великобритания

Простые солнечные часы представляют собой тонкий и высокий предмет (собственно гномон) и специально подготовленную поверхность, на которую гномон отбрасывает тень. В течение дня тень от гномона движется, и, пересекая нанесенные на поверхность часовые заметки, показывает нам время. Угол, под которым срезана верхняя часть гномона, зависит от широты места, для которого изготовлены часы, а направление – полярной звезде, параллельно оси земли. Существовали и солнечные часы с «автоматической настройкой»: тень в таких часах проецировалась на две различные поверхности, и время совпадало, только если гномон был правильно установлен.

Существовало множество разновидностей солнечных часов: горизонтальные, вертикальные (если плоскость циферблата вертикальна и направлена с запада на восток), утренние или вечерние (плоскость вертикальна, с севера на юг). Строились также конические, шаровые, цилиндрические солнечные часы. В средние века были придуманы портативные солнечные часы, в том числе для моряков и пастухов. Однако примерно с 17 века, хотя новые разновидности часов и продолжали создаваться, они становились скорее декоративным элементом оформления парков или игрушкой. В таком качестве солнечные часы и дошли до наших дней.

Самым распространенным хронометрическим прибором можно считать солнечные часы, основанные на кажущемся суточном, а иногда и годовом движении Солнца. Появились такие часы не раньше осознания человеком взаимосвязи между длиной и положением тени от предметов. Но, даже осознав это, вряд ли кто-то бросился строить часы, надо было еще понять, что такое время. Известно, что в своем первоначальном виде солнечные часы имели форму обелиска, но точная дата их возникновения неизвестна. И кстати, их могли изобрести в разных местах.

Традиционная история считает, что самым первым упомянул солнечные часы китаец **Чиу-пи** (около 1100 года до н.э.). В своей рукописи он сообщил, что с их помощью китайцы легко установили летнюю и зимнюю высоту Солнца и определили наклон эклиптики в 23°52’. Правда, не ясно, как они это мерили, поскольку многие знания, необходимые для этого, – в частности, тригонометрия, – появились значительно позже. Да и зачем они это сделали, тоже непонятно. Предположим, из-за врожденной китайской любознательности. Причем до недавнего времени китайцы считали свою страну Срединной империей, накрытой куполом неба, и никакого представления ни о шарообразности Земли не имели.

Самые благоприятные климатические условия для измерения времени с помощью солнечных часов имеет Египет, поэтому более достоверным представляется мнение, что первые солнечные часы – гномон, вертикальный обелиск со шкалой, нанесенной на землю возле него, – появились именно здесь. Обелиски служили одновременно для почитания культа бога Солнца. Эти священные обелиски стояли, как правило, перед входами в храмы. Интересно, что традицию устанавливать солнечные часы у храмов можно проследить и в Европе вплоть до XIX века. А вот в **России** не всегда солнечно, поэтому у нас собирают верующих в храм боем колоколов.

До сих пор сохранился египетский обелиск высотой в 34 метра. Считается, что в царствование **Августа** он был перевезен из **Египта** в **Рим** и по указанию императора установлен на Марсовом поле, а руководил этой операцией математик **Факундус Новус**. Гномон поставили в центре специальной панели, на которой начертили циферблат; часовые линии были выложены из бронзовых частей. По словам **Плиния Старшего**, обелиск служил для определения времени года и долготы дня. Он простоял несколько веков, но в эпоху упадка Древнего Рима был сброшен и надолго забыт. В 1463 году его опять нашли, но только в 1792 году вновь установили на площади **Монтечиторио** в Риме, где он стоит и поныне.

В Египте помимо обелисков были созданы и другие конструкции солнечных часов. Например, состоящие из горизонтальной части – линейки с хронометрической шкалой длиной около 30 см – и перпендикулярного ей «плеча», отбрасывающего тень на шкалу. Еще тут были ступенчатые часы с двумя наклонными поверхностями, ориентированными по оси восток-запад и разделенными на ступени. При восходе Солнца тень падала на край верхней ступеньки одной из этих поверхностей, восточной, затем постепенно опускалась, а к полудню исчезла. После полудня тень снова появлялась в нижней части западной поверхности, откуда она поднималась до тех пор, пока при заходе Солнца не касалась грани верхней ступеньки. У таких часов время определялось длиной, а не направлением тени.

Измерение времени длиной тени кое-где сохранилось до позднего Средневековья. Врач и географ **Паоло Тосканелли** построил в 1468–1482 годах на костеле св. Марии де Фиоре во Флоренции гномом высотой 84.5 метра, с помощью которого удавалось измерять с полусекундной точностью местный полдень. С помощью этого гномона Тосканелли уточнил данные астрономических таблиц.

Были другие солнечные часы, со шкалой для определения времени по направлению отбрасываемой тени, хоть и появились они, наверное, позже. Для правильного показания времени верхняя линия шкалы была горизонтальной, и шкала составляла прямой угол с плоскостью местного меридиана. Для правильной установки часов приходилось вести наблюдения за моментами солнцестояний или равноденствиями. На древних солнечных часах деления наносили исходя из практического опыта, потом – на основе теоретического расчета, правда, неверного. Египтяне знали, что тень, отбрасываемая гномоном, различна в зависимости от времени года, но разница не учитывалась. Абсолютно точное время здешние гномоны показывали лишь дважды в год: в дни весеннего и осеннего равноденствия. Чтобы улучшить точность, стали строить солнечные часы с особыми шкалами для разных месяцев.

Создание солнечных, водяных, песочных часов способствовало развитию точной механики, а она, в свою очередь, была связующим звеном между приборостроением и опытной наукой. Византия среди всех стран достигла высокого уровня развития техники. Арабы учились у византийцев многому, в том числе и конструированию и изготовлению различных видов солнечных часов. А в самой Византии были весьма распространены солнечные настенные вертикальные часы. Они имелись на стенах церквей и общественных зданий и были примерно такого же типа, как на стенах Башни ветров в Афинах и на стене византийской церкви, построенной на месте языческого храма Грация. На циферблате для обозначения часов впервые появляются числа.

Свидетельства о наличии в Константинополе часов историки находят в документах, отнесенных ими к VI веку, но, к сожалению, без какого-либо пояснения их устройства. На основании эпиграммы, относящейся ко времени царствования Юстина II (565–578), ученый Рейске заключает, что уже в VI веке у византийских греков были часы с боем, по крайней мере, большие городские. Датировка такого сообщения требует дополнительной проверки и больших размышлений.

В «Уставе» Константина Багрянородного (911–959) упоминается профессия часовщика. Здесь же говорится о наличии в империи специальных людей, отбивавших часы церковных служб и молитв. Предполагается, что во дворце отбивание часов необходимо было не столько для молитв и церковных собраний, сколько для обозначения времени собраний воинов, открытия и закрытия дворца, смены стражи и других действий, совершающихся регулярно.

Однако учтем, что при господстве аграрного строя и ремесленной техники (будь то в Древнем мире или в Средние века) не было нужды делить время на мелкие отрезки и точно их измерять, как теперь. Люди определяли время по естественному освещению Солнца, длинные летние дни и короткие зимние, одинаково делили на 12 часов, а потому летние и зимние часы были разными.

Подчеркнем это особо: под влиянием изменяющегося наклона Солнца изменялась в течение года длина дневных и ночных часов. Согласовывать час, который показывают приборы с равномерной шкалой (водяные, огневые, песочные и механические часы) с длительностью часа солнечных часов – труднейшая проблема.

Более поздние солнечные часы получили криволинейные шкалы, что устранило этот недостаток. Такими часами со сложными шкалами, рассчитанными для квартальных или месячных интервалов, пользовались примерно до XV века. Также до конца XIV века в Центральной Европе были весьма распространены солнечные настенные вертикальные часы с горизонтальной теневой штангой, пришедшей первоначально из Египта. Но в Египте, благодаря сравнительно малой удаленности от экватора, время определялось с приемлемой степенью точности, тогда как в Греции, Италии или Чехии эта точность была значительно хуже.

Новую эпоху в развитии солнечных часов открыло важное изобретение, сделанное в 1431 году. Принцип его заключался в установке теневой стрелки в направлении земной оси; такую стрелку назвали полуосью. Этим простым нововведением было достигнуто то, что теперь тень равномерно вращалась вокруг полуоси, поворачиваясь, каждый час на 15°. Если бы нам понадобилось измерять этими часами время, то надо было бы вынести часовую шкалу на эллиптическую кривую и при этом одновременно изменять положение стрелки в меридиональной плоскости применительно к сезону года. Описание таких часов появилось в астрономических трудах XVI века, но детальными измерениями с помощью этих часов стал заниматься лишь в середине XVIII века астроном и директор Парижской обсерватории **Джозеф Джером Лаланд**.

Стало возможным ввести равномерное время для всего года, причем отрезки, соответствующие часам, были одинаковой длины независимо от изменяющейся высоты Солнца. Одним из первых упоминаний о часах с полуосью является рукопись **Теодорика Руффи** от 1447 года. Некоторые солнечные часы того времени имели одновременно гномон и полуось; они описаны в рукописи арабского астронома XV века **Сибт-аль-Маридини**; аналогичные часы построил примерно в то же время египетский астроном **Ибн-аль-Магди**.

Прогресс, которым ознаменовалась наука в эпоху Возрождения, отразился и на конструкции солнечных часов. Сравнительно быстро, примерно за 130 лет, прежние несовершенные часы превратились в весьма точные для своего времени хронометрические приборы, которыми можно было измерять время в любом месте Земного шара. Для правильной установки часов стали использовать компас.

Один из первых создателей солнечных часов с корректирующим компасом – астроном и математик Региомонтан, настоящее имя которого **Иоганн Мюллера** (Müller) (1436–1476), известный также как **Жоан де Монте Регио**, работавший в середине XV века в Нюрнберге. Он был также автором первого специального труда о солнечных часах. Сочетание солнечных часов с компасом привело к тому, что их стало возможно использовать повсеместно, и появились портативные, карманные, или дорожные, модели часов. Солнечные часы в виде полого полушария со стрелкой, отбрасывающей тень на внутреннюю полость, начали строить с 1445 года.

Солнечные портативные часы

Интересны солнечные кольцевые часы, один из вариантов дорожных, – они одновременно служили и в качестве декоративной подвески. Главной их частью было латунное кольцо диаметром несколько сантиметров, сопряженное с другим подвижным кольцом, снабженным отверстием для солнечного луча. На внешней поверхности главного кольца гравировали начальные буквы месяцев, а против них, на внутренней поверхности, находилась часовая шкала. Перед измерением надо было повернуть меньшее колечко так, чтобы отверстие для луча лежало у наименования нужного месяца. Для измерения времени часы выставляли так, чтобы солнечный луч проходил через отверстие и указывал час на шкале. Первое описание таких часов – в виде перстня с печатью – содержится в книге врача Боне, изданной в Париже в 1500 году.

Одной из самых популярных разновидностей солнечных дорожных часов были так называемые пластинчатые часы. Первые экземпляры появились в Европе в 1451–1463 годах. Обычно они состояли из двух, иногда из трех одинаковых по величине четырехгранных прямоугольных пластинок, соединенных подвесками, причем в нижней пластинке обязательно должен был находиться компас.

Солнечные часы. Посох для паломника

Имеется описание деревянных восьмигранных палок длиной 160 см, с металлическим острием и с вырезанными часовыми шкалами. Это солнечные часы (ашадах), которыми пользовались в Средние века индийские паломники. В ручке такой палки просверливали обычно четыре сквозные отверстия, в которые над шкалой для соответствующего месяца вдвигался стержень длиной около 15 см так, чтобы его острие при вертикальном положении палки отбрасывало тень на шкалу. На палке должно было быть 12 шкал. Поскольку для дней, удаленных от солнцестояния на одинаковое время, действовали одинаковые условия, то достаточно было иметь 8 шкал. Наименование «ашадах» эти часы получили по тому сезону (июнь – июль), в котором совершались паломничества.

С начала XVI века теорию солнечных часов начали преподавать в университетах **Виттенберга**, **Тюбингена**, **Ингольдштадта**, в **Праге** и в **Штирском Градце** как составную часть математики.

Примерно в это же время появились оконные солнечные часы. Они были вертикальными, их циферблатом была поверхность окна храма или ратуши. Циферблат обычно состоял из мозаичной филенки, залитой свинцом. Стрелка отбрасывала тень на циферблат, устроенный так, чтобы конец тени указывал не только часы, но и положение Солнца в зодиаке. Прозрачная шкала позволяла наблюдать время, не выходя из здания.

Были и зеркальные солнечные часы, которые отражали солнечный луч зеркалом на циферблат, расположенный на стене дома. Первым такие часы описал Й.Б. Бенедиктус в книге, изданной в Турине в 1574 году. По некоторым сведениям, конструированием зеркальных часов занимался и Николай Коперник, чему можно поверить, ибо до сих пор сохранился циферблат зеркальных часов на замке в Ольштыне предположительно его работы.

С точностью солнечных часов не могли сравниться механические до того, как в них стали применять маятниковый осциллятор. Но и после его появления солнечные часы сохраняли свою популярность. Наибольшего расцвета их производство достигло в XVI и XVII веках; их созданием занимались передовые европейские математики и астрономы. К тому же они очень долго оставались обязательной принадлежностью всех обсерваторий. Еще и в XVIII веке их строили в астрономических обсерваториях стран Востока, например в **Индии**. **Яи Синг II**, князь **Джайпура**, основав в 1708–1710 годах большую обсерваторию в Дилли, поставил там гномон высотой 18 метров. Вскоре после этого он приказал построить подобные часы в **Бенаресе**, **Муттрже**, **Уйгаине** и в **Джайпуре**.

Но люди изыскивали, и примитивные способы измерения времени с помощью Солнца; иногда единственным «инструментом» для этого была человеческая рука. Первые сообщения о таких «часах» относятся к началу XVI века. Левую руку поворачивали ладонью вверх, и ее направленный вверх большой палец выполнял функцию теневой стрелки. В зависимости от длины этой тени в сравнении с остальными пальцами руки можно было примерно определить время. Этот простой способ измерения времени во Франции, Южной Германии и некоторых других местах был хорошо известен даже в XIX веке.

В дальних морских плаваниях определение точного времени было очень важным делом, без этого нельзя понять, где находится судно. Водяные или песочные часы надо постоянно корректировать, но как? При помощи солнечных часов, какого бы совершенства они ни достигли, делать это в условиях качки и постоянных разворотов невозможно.

Оставалось использовать для определения времени «естественные часы» – звездное небо. Можно предположить, что очень долго это делали «вручную» люди, обладающие громадным опытом. Но развитие мореплавания шло быстро, требовались приборы. А поскольку первыми реальными мореходами были не мифические аргонавты, а моряки-византийцы и арабы, совершавшие плавания по Красному и Аравийскому морям в Индию, естественно, что их ученые и занялись этим вопросом.

Важнейший прибор, созданный ими, – астролябия. Этот угломерный прибор служил до XVIII века для определения широты и долготы местности, а также горизонтальных углов при землемерных работах. До наших дней дошел трактат об астролябии, написанный византийским ученым **Филопоном** (**Иоанн Грамматик**) в 625 году. Примерно в это же время трактат на ту же тему написал сириец **Себохта**, а Сирия входила в состав Византийской империи. Между тем изобрел астролябию, как полагают, древний грек, астроном **Гиппарх** в 150 году до н.э., за 775 лет до того, как Филопон взялся писать об этом приборе первый известный нам трактат. Вообще Гиппарху (180 или 190–125 г. до н.э.), приписывают изобретения, которые могли быть реализованы лишь в VI–VII веках н.э., а в некоторых случаях даже в XV веке. Например, он определял долготу, наблюдая одно и то же лунное или солнечное затмение из разных по долготе мест. Для этого ему надо было бы иметь представление о сквозном времени, то есть использовать механические часы, синхронизированные для таких наблюдателей.

Такие же точно соображения можно привести по поводу многих так называемых древнегреческих ученых. На наш взгляд, это византийцы VI–XII веков, действительные изобретатели многих полезных вещей, чьи прозвища мифологизировались, а даты жизни много позже были сильно отодвинуты. Вдобавок «сочинители» истории приписали этим ученым открытия более позднего времени.

Судите сами: **Птоломей Клавдий** (ок. 90 – ок. 160 н.э.) знал о Восточной Африке, об Индокитае и Восточном Китае, о Британских островах и Балтийском море. И это за полтора тысячелетия до широкого мореплавания, до появления компаса, корабельного руля и механических часов! Так вот, Птолемей тоже изобрел медную астролябию, а пользоваться ею стали почему-то лишь с XVI века. В отличие же от мифической древнегреческой истории, в Византии развитие военной техники и реальное создание астролябии и часов способствовали совершенствованию механического искусства.

До появления астролябии были уже приборы для фиксирования положения звезд при наблюдениях: это визирная доска и отвес. Работу выполняли два человека. Наблюдатель садился лицом к северу и держал перед собой дощечку и отвес; напротив него садился его помощник, который также держал отвес. Воображаемая линия от глаза наблюдателя к Полярной звезде должна была проходить через расщеп визирной дощечки, и оба отвеса. Время прохождения звезды через плоскость, определяемую этой воображаемой линией и отвесами, было моментом прохождения ею меридиана местности, на основании чего и составлялись звездные карты, образцы которых нам известны.

Затем появилась астролябия, и на протяжении столетий она была самым распространенным астрономическим прибором; ею пользовались на суше и на море. По замеренному с ее помощью положению звезды можно определить время. Арабы с помощью астролябии определяли время с погрешностью лишь в 1–2 минуты. Измерение времени методом определения высот звезд применялось до середины XVII века многими астрономами, в том числе и Тихо Браге, который достиг точности измерения до нескольких секунд.

В Средние века бронзовые астролябии, имевшие основание в виде круглой плиты, разделенной на 360°, обычно вкладывали в пакеты с астрономическими таблицами или картами земной поверхности, составленными для различных географических широт. Астролябию дополняла звездная карта со знаками зодиака.

Самый старый и наиболее долго употреблявшийся звездный каталог называют каталогом Гиппарха: в нем имелись данные о движении 1022 звезд, а средняя погрешность достигала четырех минут. Западноевропейцы долгое время пользовались так называемыми Толедскими таблицами Альфонса, названными так по имени испанского короля Альфонса X, который поручил составить их в 1252 году. Прусские планетарные таблицы, изданные в 1551 году Эразмом Рейнгольдом, были созданы ради уточнения данных этих таблиц. Однако наибольшей точности достиг в своем звездном каталоге Тихо Браге; в нем упоминалось лишь 997 звезд, но средняя погрешность не превышала одной дуговой минуты.

В первой половине XVI века распространилось в Европе строительство «армиллярных» сфер, состоящих из системы кругов. Эти круги изображали экватор, меридианы, тропики, высотные круги и эклиптику со знаками зодиака, мировой оси, траекторий и положений Солнца и Луны. Как правило, армиллярные сферы имели лунные календари и схему расположения планет и служили для демонстрации положений созвездий и планет в определенный момент времени в различных координатных системах. Существовали и наблюдательные армиллярные сферы, предназначенные для измерения, однако они были весьма редкими, и сохранилось их очень мало. Эти приборы так и не заменили астролябию. Считается, что единственным изготовителем их был Тихо Браге.

1. **Водяные часы**

Солнечные часы были простым и надежным указателем времени, но страдали некоторыми серьезными недостатками: их работа зависела от погоды и была ограничена временем между восходом и заходом Солнца. Нет сомнений, что из-за этого ученые стали изыскивать иные пути измерения времени, не связанные с наблюдением небесных тел. Также понятно, что новые приборы измерений времени должны были принципиально отличаться от солнечных часов.

Единица времени для солнечных часов выводилась из вращения Земли и ее движения вокруг Солнца, для звездных – из видимого движения звезд. Новые хронометрические приборы (жидкостные, песочные, воздушные, огневые и др.) имели искусственный эталон единицы времени в виде его интервала, необходимого для вытекания, втекания или сгорания определенного количества вещества. Подобно солнечным часам, эта группа простейших часов прошла долгий путь развития, сопровождавшийся открытием интересных принципов действия и конструктивных элементов. Ведь измерение времени с помощью часов «втекания» или «истекания» было довольно трудным делом: они должны были иметь много шкал или специальных устройств, для регулирования поступления или истечения воды. Некоторые из них, например зубчатые передачи, ролики, цепные подвески и гири, нашли применение в последующей эре хронометрии – эре механических часов. Водяные часы заняли после солнечных второе место по количеству и были самыми важными в этой группе простейших часов.

В литературе часто говорится о них как о «клепсидрах». Это наименование происходит от сочетания двух греческих слов klepto – брать и idor – вода. Многие, судя по греческому наименованию, ошибочно считают, что именно в Греции они были придуманы. Однако дело обстоит не так: в примитивном виде водяные часы были известны уже египтянам, у которых сохранились, по всей вероятности, самые старые водяные часы в мире. Они были обнаружены в 1940 г. в храме Амона в восточных Фебах, а сейчас хранятся в музее Каира. На внутренней поверхности их алебастрового корпуса наколками обозначено 12 часовых шкал для измерения времени в соответствующих месяцах. Помните, что солнечные часы дают разную длительность часов в разные месяцы? Это и было учтено в египетских водяных часах. Сосуд заполняли до самого верха водой, которая затем вытекала через небольшое придонное отверстие. Однако есть и загадка. Дело в том, что самой существенной проблемой при создании таких часов была – отработка такой формы сосуда, которая обеспечивала бы истечение воды с равномерным понижением уровня. Упомянутые Египетские часы уже давали достаточную равномерность понижения уровня, хоть и с некоторой погрешностью. Это наводит на мысль, что они хоть и древнейшие, но все же не первые.

В античной Греции водяные часы применяли для регламентации времени, предоставляемого ораторам во время судебных процессов. Эти часы были, по существу, большими амфорами, внутренняя поверхность которых имела форму, образованную вращением параболы или эллипсоида, что опять показывает их позднее происхождение: ведь установить зависимость скорости истечения от высоты столба воды и формы сосуда смогли только в средние века. Похоже на бред Фоменко!

Амфора высотой около 1 м и шириной несколько более 40 см вмещала около 100 л воды. При диаметре отверстия истечения в 1.4 мм требовалось почти 10 часов на полное опорожнение сосуда. В воде находился поплавок с прикрепленным к нему длинным стержнем, выступавшим над краем сосуда. На стержне была выгравирована шкала. Время, прошедшее после начала истечения воды, указывалось на этой шкале. Поплавок опускался в амфоре равномерно, поскольку снижение скорости истечения компенсировалось уменьшающимся внутренним диаметром сосуда.

То, что клепсидра не зависела от света Солнца, сделало из водяных часов прибор, пригодный для непрерывного измерения времени и днем, и ночью. К тому же стало возможным развивать некоторые механические элементы. Началось соревнование конструкторов в изобретении остроумных гидравлических и пневматических механизмов: для звуковой сигнализации о времени, для освещения часов ночью; такие элементы можно найти у целого ряда водяных часов арабского происхождения. В руках одаренных воображением мастеров возникли выдающиеся произведения, отличающиеся высокой художественной ценностью и оригинальной функциональностью.

Поистине легендарной фигурой среди мастеров по изготовлению «клепсидр» считается известный греческий механик Ктесибий Александрийский, живший примерно за 150 лет до н.э. Римлянин Витрувий даже называет его изобретателем водяных часов.

Сохранились сообщения о двух изготовленных Ктесибием часах, которые ввиду особых достоинств заслуживают хотя бы краткого описания. В часах, приводимых в действие водяным колесом, Ктесибий использовал передачу сил и движения зубчатым механизмом, проект которого теоретически наметил еще Аристотель (как считают, в IV веке до н.э.). Зубчатая передача соединяла ведущий механизм со шкалой, расположенной на цилиндрической поверхности поворотной колонны и разделенной вертикальными прямыми на четыре основных поля. Система из 24 наклонных линий образовывала, часовую шкалу для измерения планетных часов. Колонна со шкалой, приводимая водяным колесом, вращаясь вокруг своей оси, совершала один оборот в год. Поэтому и камеры водяного колеса в нижней части часов заполнялись водой медленно, причем вода подавалась в небольшом количестве по особому трубопроводу. Статуэтка со стрелкой двигалась с помощью специального поплавкового механизма, управляемого другой статуэткой, находящейся на другой стороне часов. Слезы, капли воды, падающие из глаз статуэтки, – накапливались в сборники подставки, откуда через трубопровод текли в поплавковую камеру стрелочного механизма. Кроме того, эти часы имели еще специальное устройство, которое через определенные интервалы выбрасывало на чашку мелкие камешки, что являлось звуковой сигнализацией.

Вторые часы **Ктесибия** отличались от первых тем, что их стрелка в верхней части с циферблатом управлялась поплавком, подвешенным на цепи, навернутой вокруг вала стрелочного указателя. Лунный календарь с зодиаком в нижней части часов тоже приводился в движение водяным колесом, камеры которого были закреплены непосредственно на задней стороне зодиакальной плиты. Но самое интересное, что точно такие часы были сделаны и описаны в сочинении «De dolaribus horologies», изданном в Париже в 1560 г.

К произведениям высокого художественного творчества, бесспорно, относятся бронзовые водяные часы, изготовленные в период 799–807 гг., которые **Гарун-аль-Рашид** послал в подарок Карлу Великому. Эти часы с богатыми орнаментальными украшениями, имели циферблат, и каждый час провозглашали звуковым ударом металлического шара, который выскакивал из них на декоративную решетку, а в полдень в часах открывались ворота, и из них выезжали рыцари. Подобная техника автоматических движущихся фигур была развита в Европе много позднее – в период готики, со второй половины XII века. А кстати, рыцари как сословие, со всеми присущими им атрибутами, появились не раньше XI века.

В Индии водяные часы назывались «яла-янтра». Это были преимущественно часы «истечения» с небольшим отверстием в дне. При восходе Солнца их заполняли водой, которая затем вытекала, так что до вечера процесс заполнения и истечения воды повторялся 5–6 раз.

Считается, что около 725 г. появились водяные часы в Китае, их сделал И-Хсинга. Верхом совершенства, несомненно, был проект больших пагодных астрономических водяных часов, разработанный в 1090 г. и осуществленный Су-Сунгом в провинции Хонан, тогдашней столице Китайской империи. Эти часы имели сигнальное устройство, похожее на то, которое имелось у водяных часов Ктесибия. Астрономическая же их часть имела форму армиллярной сферы и небесного глобуса. Многие считают, что принцип регулятора хода пагодных астрономических часов Су-Сунга стал соединительным звеном между водяными и механическими хронометрическими приборами. Но не следует забывать, какую дикость встретили в Китае иезуиты, придя туда. Так что все эти чудесные часы, скорее всего либо более позднего происхождения, либо выдумка. И снова вторгся бред Фоменковцев!

Арабский инженер **Аль-Язари** написал в 1206 г. книгу, где описал различные механизмы. В шести из десяти глав книги он описывает водяные часы с различными фигурными элементами, а в остальных главах знакомит читателей с некоторыми видами огневых свечных часов. Аль-Язари предпочитал фигурное изображение времени, в отличие от последующих конструкторов, которые перешли на цифровые индикаторы. Указательный механизм водяных часов Аль-Язари состоял из скульптурных изображений четырех павлинов: старый павлин, два молодых павлина и над ними пава. Эта фигурная часть дополнялась сверху 15 стеклянными шарами.

Как же работал механизм управления павлинами? Вода вытекает из бака в сосуд, закрепленный в подвеске так, чтобы после его наполнения он в определенный момент опрокинулся, причем его содержимое переливалось бы в нижнюю ванну и текло бы оттуда на лопасти водяного колеса. Водяное колесо приводит в движение передаточный механизм, соединенный с павлином, и он начинает свое движение. От воды действует и звуковой механизм флейт, и приводное устройство молодых павлинов. Водяное колесо с помощью тяг отклоняет павлинов от их первоначальных положений, а вода, вытекающая из ванны под водяным колесом в нижний бак, выжимает из него воздух на язычок флейт. Это описание дает представление об остроумии авторов и сложности приборов, которые арабский мир знал намного раньше, чем подобные элементы появились в Европе.

1. **Огневые часы**

Помимо солнечных и водяных, с начала XIII века появились и первые огневые, или свечные, часы. Это тонкие свечи длиной около метра с нанесенной по всей длине шкалой. Они сравнительно точно показывали время, а в ночные часы еще и освещали жилища церковных и светских сановников, в том числе таких правителей, какими были в середине XIII века **Людовик Святой**, а в XIV веке – **Карл V**. К боковым сторонам свечи иногда прикрепляли металлические штырьки, которые по мере выгорания и таяния воска падали, и их удар по металлической чашке подсвечника был своего рода звуковой сигнализацией времени.

В течение целых столетий также и растительное масло служило людям не только для питания, но и в качестве светильного материла, и как основа для масляных лампадных часов. Как правило, это бывали простые лампады с открытой фитильной горелкой и со стеклянной колбой для масла, снабженной часовой шкалой. Объем колбы подбирали так, чтобы ее содержимого хватило для непрерывного свечения между 6 часами вечера и 8 часами утра. Толщиной и длиной горящего фитиля регулировали величину пламени и расход масла так, чтобы понижение уровня масла в колбе соответствовало нанесенным на нее обозначениям времени. Первоначальные цилиндрические или слегка выпуклые стеклянные сосудики под масло были источником некоторой погрешности в измерении времени. Дело в том, что вечером из-за более высокого уровня масла его давление вызывало более быстрое выгорание, чем ближе к утру. Поэтому лампадные часы более позднего происхождения имели стеклянную колбу в виде расширенной кверху груши, чтобы таким образом хотя бы частично выровнять скорость сгорания масла и обеспечить точность определения времени.

Определить время появления таких часов сложно, однако можно сказать наверняка, что произошло это не раньше, чем научились производить в достаточном количестве стекло.

Больше всего лампадных часов было в Китае, который вообще считается колыбелью всех видов огневых часов. Помимо всякого рода лампадных часов, тут в более позднее время появились газосветные часы, которые китайцы полюбили настолько, что некоторые их типы сохранялись вплоть до XX века. До сих пор в Китае рассказывают, что примерно 3000 лет назад Фо-хи, «отец Китая» и его первый император, создал первые огневые часы, чтобы с их помощью измерять дневное и ночное время.

Существовал и другой тип огневых часов, так называемые фитильные. Их главной частью был фитиль в виде длинной металлической палочки, покрытой слоем дегтя с деревянными опилками. Жар тлеющих опилок, подожженных на одном конце палочки, постепенно пережигал тонкие, поперечно натянутые волокна с подвешенными к ним шариками, которые падали в металлическую чашку. Иногда фитиль сворачивали в спираль, форма которой уже сама по себе заменяла часовую шкалу.

Наиболее типичные для Китая фитильные часы имели форму дракона, в хребте которого укреплялся специальный держатель для палочки. Скорость сгорания фитиля зависела от многих обстоятельств, и для определения ее требовался большой опыт. Такие часы никогда не относились к приборам, которые по точности можно было бы сравнить с солнечными или водяными часами. Причем наличие всех этих часов в Китае не дает никакой хронологической отметки и, во всяком случае, не означает их древности.

Рис. 3. Водяные часы. Австралия, Сидней

1. **Песочные часы**

Дата возникновения первых песочных часов тоже неизвестна. Но и они, как и масляные лампадные, появились не раньше, чем прозрачное стекло. Считается, что в Западной Европе о песочных часах узнали лишь в конце средневековья; одним из самых старых упоминаний о них является сообщение от 1339 г., обнаруженное в Париже. Оно содержит указание по приготовлению мелкого песка из просеянного порошка черного мрамора, прокипяченного в воде и высушенного на солнце.

Несмотря на то, что песочные часы появились в Европе столь поздно, они быстро распространились. Этому способствовали их простота, надежность, низкая цена и не в последнюю очередь возможность измерять с их помощью время в любой момент дня и ночи. Их недостатком был сравнительно короткий интервал времени, который можно было измерить, не переворачивая прибора. Обычные часы были рассчитаны на полчаса или час, реже – на 3 часа, и лишь в совершенно редких случаях строили огромные песочные часы на 12 часов хода. Не давало улучшения и соединение нескольких песочных часов в одно целое.

Как и огневые, песочные часы никогда не достигали точности солнечных. Кроме того, при длительном пользовании ими их точность изменялась, поскольку зерна песка постепенно дробились на более мелкие, а отверстие в середине диафрагмы, наоборот, постепенно истиралось и увеличивалось, так что скорость прохождения песка через них становилась большей.

Рис. 3. Песочные часы

1. **Механические часы**

Солнечные, водяные и огневые хронометрические приборы завершили первую фазу в развития приборов для измерения времени. Постепенно выработались более четкие представления о времени, и стали изыскиваться более совершенные способы его измерения. Революционным изобретением, ознаменовавшим совершенно новые этапы развития в этом направлении, было создание первых колесных часов, с появления которых началась современная эра хронометрии.

Механические часы были нужны всем, церкви – для уточнения начала времени богослужения. Сначала с этой задачей успешно справлялись солнечные часы, но со временем их заменили башенные механические часы с боем. Можно предположить, что первые механические часы не имели циферблата, а имели один только колокольный бой, звуком оповещая наступление часа молитвы.

Но и в светских делах требовалось знать точное время! По преданиям, королевский наместник в **Артуа**, что во **Франции**, дал в 1355 году дал жителям городка **Эрсюр-ля-Лис** разрешение построить городскую колокольню, чтобы ее механические часы отбивали не церковные службы, а время коммерческих сделок и часы работы ткачей и суконщиков. Точное время хотели знать и на производствах, где результат работы зависел от времени продолжительности технологических процессов.

Во всех таких случаях было нельзя обойтись без механических часов. Международная торговля, тоже, без механических часов обойтись не могла, значительное расширение морских торговых путей требовало точных методов навигации. Широту местности определяли с помощью астрономии, но для определения долготы с помощью расчета по звездам требуется привязка ко времени. Необходимая для этого точность измерений времени была недостижимой даже в XVIII веке. И только с появлением механических часов, настроенных на астрономическое время в известной точке Земли, сравнивая его со временем на судне, рассчитать долготу местности.

Для производства механических часов, какими были первые образцы, требовались гораздо более точные станки, чем весь прежний инструментарий. Современное точное машиностроение родилось из мастерства механиков часовщиков.

Автор и дата изобретения механических часов неизвестны. Из некоторых сообщений Х века делаются предположения, что именно тогда впервые построил такой механизм монах **Герберт** из Ориллака, будущий римский папа **Сильвестр II** (950 – 1003). Действительно, в технике он был большим талантом, к тому же имел возможность во время своих учебных поездок знакомиться с принципами построения различных арабских астрономических приборов и водяных часов. И все же вывод о создании Гербертом механических часов не имеет достаточных оснований, и вот почему.

Во-первых; арабы были весьма искусны в изготовлении водяных часов, и часы Герберта тоже могли быть водяными. Ведь содержащийся в документах термин «хорология» (horologium) относился тогда ко всяким рода приборам для измерения времени. Во-вторых, в дальнейшем не было упоминаний о достижении Герберта или о том, что его идею кто-либо развивал при его жизни или после нее. Кстати, именно Герберт ввел в Европе «арабские» цифры.

Большинство историков видят преемственность: ведь и в самом деле механические часы стали результатом усложнения механической части водяных, в которых применялись уже циферблат, колесная передача, механизм боя, марионетки, разыгрывающие различные сцены… Разница была в движущей силе: в одном случае – струя воды, в другом – тяжелая гиря. Недоставало только механического спускового устройства и регулятора хода. Автор шпиндельного спуска («сторожка»), который через определенные промежутки времени прерывает движение часового механизма, неизвестен.

Обычно историки ссылаются на механизм, чертеж которого приведен в альбоме французского архитектора Вилларда де Синекура, как на первое упоминание спускового устройства для регулирования хода часов: он описал (приблизительно в 1250 г.) грубое устройство, позволявшее фигурке ангела всегда показывать рукой на Солнце. Этот механизм, как полагают многие, не был изобретен Виллардом; скорее всего, он познакомился с ним и срисовал его во время своих путешествий. К тому же нарисованный в альбоме Вилларда механизм все-таки мало напоминает шпиндельный спуск.
Как видно из эскиза этого устройства, здесь в качестве движущей силы применена гиря, подвешенная на конце веревки, обмотанной вокруг оси колеса. Падение гири и относительно равномерное вращение вертикального стержня, на котором на подставке укреплена фигура ангела, регулировалось колебанием колеса взад и вперед. Период колебания обусловливался многими факторами, включая момент инерции, трение в опорах, силы, действующие на веревку.

Известны старинные французские и английские башенные часы простого устройства с боем, но без циферблата. Английское слово clock – часы, происходит от латинского clocca; другим его эквивалентом является саксонское clugge французское cloche и древнегерманское (тевтонское) glocke, но первоначально все эти слова обозначали не часы, а колокол.

Производство железных башенных часов начинается с английских Вестминстерских часов 1288 г. Следующее сообщение от 1292 г. говорит о часах храма в **Кентербери**. Далее есть сообщения о часах, построенных в 1300 г. во Флоренции, на 14 лет позднее – в **Каннах**, в 40-х гг. XIV века – в **Модене**, **Падуе**, о бельгийских часах в Брюгге и об английских часах в **Дувре**. В 1352 г. были построены монументальные куранты в кафедральном соборе **Страсбурга**, четырьмя годами позже – башенные часы в Нюрнберге, в 1370 г. такие же в Париже, в 1381 – первые подобные в **Базеле**, и, наконец, в 1410 г. появились такие часы в Праге, ставшие основой позднейших пражских курантов.

Сохранились, конечно, и другие сообщения о строительстве часов, но они не вполне обоснованны. По одному из таких сообщений, башенные часы с боем изготовил Висконти в 1335 г. для костела **Беата Вирджинни** (ныне **Сен-Готард**) в **Милане**. По другим данным, Генри де Вик из Поррэна изготовил около 1370 г. башенные часы с боем для королевского дворца Карла V.

Результатом применения механических часов стал переход по всей Европе от церковных канонических часов, неравных по времени года, к равным часам нашей современной системы исчисления времени. Изменение было радикальным, а потому переход совершался постепенно, по мере распространения в городах башенных часов. Французский король Карл V первым сделал шаг к этой реформе. После установки дворцовых башенных часов де Вика он приказал всем церквям Парижа отбивать по ним часы и четверти часа. Так как на этих часах время отсчитывалось в равных промежутках, новый порядок исчисления времени распространился не только в Париже, но постепенно и в европейских странах.

Сутки сначала подразделяли на 24 часа, считая от одного заката солнца до другого. Окончание дня отмечалось 24 ударами колокола, и такой порядок счета времени в некоторых местах сохранялся до 1370 г. Затем начался постепенный переход к подразделению суток на две равные половины, каждая по 12 часов, с отсчетом от полуночи до полудня и обратно – от полудня до полуночи. Теперь не стало надобности отбивать время 24 раза – хватало 12 раз. Переход на этот, более рациональный, счет времени происходил в различных странах Западной Европы не одновременно; счет времени от 1 до 24 часов, начиная с часа восхода Солнца, дольше всего сохранялся в Италии и в некоторых городах Германии.

Часы одинаковой продолжительности называли «городским временем». Однако и при новом счете часы продолжали соразмерять и контролировать по солнечному времени, это делали до появления маятниковых часов. Помимо унификации длительности часа, вторым и долгосрочным результатом изобретения часов стал прогресс в механике. Очевидно, например, что зубчатые колеса широко распространились в технике во многом благодаря изобретению часов.

Самым старым документом о механических часах, содержащим описание и чертеж и опубликованном в 11 различных рукописях (одна по крайней мере исходит непосредственно от автора часов), является, по всей видимости, сообщение об «астрарии» – астрономических часах, которые после 16 лет труда закончил в 1364 г. профессор астрономии и медицины Джиованни де Донди для Палаццо дель Капитане в Падуе. Эти часы показывали движение Солнца, Луны и пяти планет, содержали в себе вечный календарь и давали возможность определять звездное и среднее солнечное время; они были известны далеко за пределами Италии, доставили де Донди большую славу при жизни и обессмертили его имя.

В 1529 г. эти знаменитые часы испортились и остановились. После долгих поисков нашли часовщика, который сумел их восстановить, – это был Джуанелло Турриано (1500–1585). Современники провозгласили его гением, ведь он и сам сумел создать астрономические часы сложнейшей конструкции. Для их устройства потребовалось 1800 колес, с помощью которых воспроизводилось 30-дневное движение Сатурна, часы дня, годичное движение Солнца, движение Луны, а также всех планет в их «обычном движении» соответственно птолемеевой системе мироздания. По свидетельству современника, Джуанелло потратил 20 лет только на предварительную разработку проекта своих часов. Он же известен как строитель водопровода, который считался одним из величайших технических чудес XVI века.

1. **Электрические часы**

В самом конце XVIII в. были предприняты попытки использовать возможность передачи статического электричества на расстояние. Однако полученные результаты имели весьма малую практическую ценность, пока в 1800 г. Алессандро Вольта не изобрел элемент, получивший название Вольтова столба.

Самое раннее известие о создании электрических часов относится к 1830 г., когда профессор физики Веронского университета (Италия) Замбони создал часы, подробности устройства которых, к сожалению, не дошли до нас. Сохранились лишь сведения, что колебательное движение маятника часов поддержизалось при помощи последовательных электростатических притяжений и отталкиваний металлической линзы маятника между гвумя полюсами элемента Замбони, обладающего большей эдс по сравнению с элементом Вольта. По свидетельству профессора де-ла-Рива, часы Замбони были выставлены в 1832 г. в промышленном отделе Societe des Arts в Женеве.

В результате открытия Эрстеда в 1820 г., работ Ампера и других ученых было создано учение об электромагнетизме. Первым практическим результатом применения электромагнетизма было изобретение электромагнитного телеграфа и электрических часов.

Инициаторами создания электрических часов на основе использования Электромагнетизма были изобретатели электротелеграфа Штейнгель (1801–1870) и Уитстон (1802–1875). Работа над электромагнитным телеграфом привела К.А. Штейнгеля к созданию в 1839 г. Электрических часов. Уитстон в 1840 г. Сделал в Королевском обществе доклад об электрических часах. Их конструкция, приведенная в этом докладе, имеет лишь исторический интерес.

Рис. Электрические часы Уитстона

В первых электрических часах Уитстона (рис. 230) устройство передачи импульса вторичным часам (коммутатор) представляло собой катушку, качающуюся вдоль двух симметрично расположенных магнитных сердечников. Катушка, выполнявшая роль маятника, передавала импульс тока вторичным часам ежесекундно. Однако при этом ход часов нарушался, так как давление в момент контакта было значительным. Уитстон пытался преодолеть этот недостаток путем устройства цепи с электромагнитной связью.

В другом варианте его электрочасов маятник приводился в действие от завода ключом. Отличие этих часов от обыкновенных заключалось в том, что здесь маятник использовался еще в качестве электромагнитного генератора. В маятник вместо линзы был вставлен намагниченный цилиндрический стальной стержень. При передвижении стержня в магнитном поле в легких стальных дисках циферблата вторичных часов возбуждался ток. Вращение этих дисков вызывало вращение стрелок. Стальными дисками циферблата электрические импульсы посылались ежесекундно.

Таким образом, маятник выступал в роли генератора соответствующей частоты, а вторичные часы были как бы двигателем, приводимым в действие током. Маятник выполнял не свойственные ему функции, что создавало крайне неблагоприятные условия для его работы. Маятник, раскачивающийся в магнитном поле, испытывал сопротивление своему колебанию, и в нем не всегда получались достаточной силы электрические импульсы, чтобы управлять трелками часов. Эта система позволяла преодолеть трудности осуществления контакта, но чрезмерно нарушался свободный ход маятника.

Прав Хоуп-Джонс, давший отрицательную характеристику часам Уитстона. «Мы не сомневаемся в том, – пишет этот автор, – что Уитстон изучал Галилея, Гюйгенса, что он был знаком с теорией маятника, с достижениями Томпиона, Гаррисона, Мюджа и Арнольда, которые жили и работали до него, в веке, предшествовавшем его веку. Но такого безжалостного вмешательства в свободу маятника было бы достаточно для того, чтобы они перевернулись в своих гробах».

Часы Уитстона были установлены в Королевском обществе в 1873 г., но ими перестали пользоваться уже вскоре после смерти изобретателя.

После Уитстона нерациональное использование маятника в электрических часах продолжалось в течение довольно долгого времени. Маятник рассматривался только как источник энергии, необходимой для замыкания цепи, и когда какой-либо изобретатель пытался осуществить лучшее контактное устройство, он использовал в этих целях маятник, хотя это было связано с нарушением элементарных законов его колебаний. Немалую роль в этих неудачах играло то, что многие изобретатели электрочасов на раннем этапе их развития не обладали достаточными знаниями в часовом деле. Первые значительные успехи в создании электрических часов были достигнуты тогда, когда за это дело взялись часовщики, знакомые с электротехникой, такие, как Александр Бен, Матиас Гипп и др.

Процесс развития электрохронометрии в XIX в. был весьма медленным и малообнадеживающим. Даже в начале XX в. Имелось немало специалистов, связанных с часовым делом, которые не верили в возможность дальнейшего прогресса электрохронометрии.

Лорд Гримторп писал, что у него нет «никаких оснований допускать, что можно прямо электричеством поддерживать точный ход часов в течение длительного времени».

В новом издании своей книги Гримторп указывает причину, вследствие которой электрические часы не обеспечивают необходимую точность: «Всякий, кто приступает к конструированию электрических часов, должен иметь в виду, что время от времени

происходят изменения в напряжении тока, поступающего от источника тока. А это сказывается на точности хода часов».

Все эти затруднения были преодолены в ходе дальнейшего развития электрохронометрии.

1. **Кварцевые часы**

Точность астрономических часов Шорта была превзойдена кварцевыми часами, условия для появления которых были подготовлены развитием радиотехники и электроники.

История применения пьезоэлектрического кристалла кварца. Изучение физико-технических свойств кварца и их использование в технике (в частности, в области хронометрии) имеют свою небольшую, но интересную и во многом поучительную историю. Изучение свойств кварца привело к открытию пьезоэлектрического эффекта, который заключается в появлении на поверхности кристалла кварца при его сжатии или растяжении одинаковых по величине, но разноименных электрических зарядов. Этот эффект впервые обнаружили и изучили в 1880 г. братья П. и Ж. Кюри на кристаллах турмалина и кварца; он получил название прямого пьезоэлектрического эффекта. В 1881 г. немецкий ученый Липпман, ознакомившись с работами Кюри, предположил существование обратного пьезоэлектрического эффекта, или механической деформации кристалла кварца, пропорциональной напряженности электрического поля. В том же году братья Кюри экспериментально подтвердили существование такого эффекта. В настоящее время он используется в системе кварцевых часов.

Первая серьезная попытка использовать пьезоэлектрический эффект в электрической цепи была сделана в 1917 г. А.М. Никольсоном. Он применил сегмент сегнетовой соли (пьезоэлектрик), чтобы создать устройство для превращения электрической энергии в звук и обратно. На этой основе он создал громкоговоритель и микрофон. Никольсон был одним из первых, кто сумел использовать пьезоэлектрические свойства кварца для контроля частоты. В 1918 г. французский физик П. Ланжевен применил пьезоэлектрический эффект кварца для подводной сигнализации при помощи ультразвуковых колебаний.

Исследовательские работы по использованию пьезоэффекта кварца в технике в качестве эталона частоты и времени были начаты в 1921 г. американским ученым Кеди, однако лишь в 1927–1930 гг. В.А. Маррисону – сотруднику телефонной лаборатории Белла (США) – первому удалось применить высокочастотные колебания кварца для создания часов. С этой целью был вырезан кусок кварца в форме кольца из кристалла таким образом, чтобы изменения частоты его колебаний с изменением температуры были возможно малы. Кристаллическое кольцо было установлено в камере с управляемой температурой, ее колебания допускались только в пределах ,01° С. В камере, где помещался кварц, атмосферное давление поддерживали на постоянном уровне. Камера находилась под герметическим колпаком. Колеба-ния кристалла были отрегулированы на частоту 100 кГц.

В 1937 г. большая работа по усовершенствованию конструкции кварцевых часов была проведена в Германии А. Шейбе и У. Адельсбергом, обратившими особое внимание на выбор наиболее рационального способа изготовления кварцевой пластинки. Они доказали существова-ние зависимости частоты резонанса от ориентации и форм волн упругих колебаний кварца относительно кристаллографических осей. Выводы из этих исследований позволили установить нужные направления среза кусков кварца для уменьшения влияния изменения температуры на резонансные частоты колебаний кварца.

В кварцевых часах, созданных Шейбе и Адельсбергом, применены кварцевые бруски длиной 91 мм со сторонами сечения 11,4 мм; частота их продольных колебаний составляла 60 кГц.: Кварцевый стержень помещался в трубку с разреженным водородом, где прикреплялся в узлах упругих волн. Опытами было установлено, что если вырезать стержни так, чтобы их ось была параллельна электрической оси кварца, то можно добиться весьма малого температурного коэффициента, меняющего при температуре 36° С свой знак.

Когда первый каскад установки помещали в совершенный термостат при температуре 36° С, то удавалось значительно снизить влияние колебания температуры на частоту колебаний кварца. Благодаря этому и другим усовершенствованиям кварцевые часы Шейбе и Адельсберга оказались высокого качества.

Исключительное значение для дальнейшего усовершенствования конструкции кварцевых часов имели результаты исследований Дайя и Эссена, проведенные в Англии в Национальной физической лаборатории над кварцем, вырезанным из кристаллического кварца в виде кольца. Эти исследования позволили английским инженерам в 1934 г. создать весьма совершенные кварцевые часы с осциллятором в виде кварцевого кольца, плоскость которого перпендикулярна оси Z. В том же году они были применены в Гринвичской обсерватории в качестве эталона частоты и времени вместо маятниковых часов Шорта.

Отличительные свойства кварца как осциллятора. Кварц является веществом физически и химически весьма стойким. Он имеет твердость, почти равную рубину и сапфиру. Кроме физической и химической стойкости, кварц обладает малым упругим гистерезисом и малым внутренним трением. Поэтому для поддержания его колебаний требуется небольшая энергия. Обладая слабым затуханием колебаний, кварц, как осциллятор, имеет высокую добротность (Q), равную 10–6 и более. В настоящее время нет другой колебательной системы, которая могла бы обладать такой остротой и стабильностью резонанса, как кварц.

Кристалл кварца имеет сложную структуру, которая характеризуется рядом кристаллографических осей: оптической (Z), трех электрических (X) и трех механических (У).

1. **Атомные часы**

До 40-х годов XX в. приборы времени были основаны только на использовании колебаний механических осцилляторов – маятника, баланса со спиральной пружиной и кристалла кварца. У этих и других осцилляторов, имеющих макроразмеры, собственная частота колебаний в значительной степени зависит от ряда дестабилизирующих факторов (температуры, барометрического давления, степени старения материалов и т.д.). Поэтому они не могут обладать такой высокой стабильностью, какая нужна для точного измерения времени.

Эталон времени и частоты, основанный на астрономическом определении его, также оказался величиной непостоянной. Было установлено, что угловая скорость вращения Земли изменяется, в результате чего продолжительность суток в течение года может отличаться от средней их продолжительности за год на Ѓ} 0,001 с. Поэтому пришлось отказаться от меры времени–секунды как основного эталона времени (1/86 400 доли солнечных суток).

В последние десятилетия развитие атомной физики и микроволновой радиоспектроскопии привело к созданию принципиально нового эталона частоты и времени на атомных постоянных, разработанного на основе изобретения молекулярных и атомных часов. Последние основаны на применении таких осцилляторов, как атом и молекула, частота колеба-ний которых в микромире строго стабильна и не зависит от внешних воздействий и для которых справедливы законы квантовой механики. В молекулярных часах в качестве осцилляторов используются группы молекул, в атомных часах – группы отдельных атомов. Кроме того, эти квантово-механические приборы времени можно разделить, в зависимости от выбранного вида осциллятора, на аммиачные, цезиевые, водородные, рубидиевые и др.

Появление и развитие этих приборов времени произвело революцию в области измерения времени. Она явилась одним из важных направлений научно-технической революции XX в.

В развитии квантовой колебательной хронометрии до наших дней можно выделить два периода, из которых начальный приходится на подготовку и создание в 1948 г.: первый – молекулярных (на аммиаке) часов, а второй падает уже на наши дни, так как именно за последние тридцать лет были созданы все модели молекулярных и атомных часов.

Первые молекулярные часы, 1948 г. В молекулах возможны такие энергетические состояния, для которых изменение энергии (Еп – Ет), входящей в уравнения Бора, настолько мало, что частоты, соответствующие этим энергетическим разностям, лежат в области миллиметровых и сантиметровых волн.

В сантиметровом диапазоне радиоволн систематические исследования начались с 1946 г., после освоения этого диапазона в результате развития радиолокации. Особенное значение для создания первых молекулярных часов имело изучение радиоспектра газообразного аммиака в области сантиметровых и миллиметровых радиоволн. В газообразном аммиаке имеет место сильное избирательное поглощение на волне 1,25 см и существует еще ряд частот, при которых оно происходит. В разреженном газе эти области поглощения настолько узки, что образуют спектральные линии поглощения. Совокупность спектральных линий дает радиоспектр газа.

В 1947 г. спектральные линии поглощения аммиака были применены для стабилизации частоты отражательного клистрона – широко распространенной электронной лампы для генерации радиоволн сантиметрового диапазона, а в 1948 г. – для создания молекулярных (аммиачных) часов. Колебания атомов в молекуле происходят с относительно меньшей частотой, поэтому их легче было связать с механической или электрической системой, показывающей время. Этим и объясняется то, что раньше всего появились молекулярные, а не атомные часы.

Первые практические результаты, показавшие возможность создания молекулярных часов, постоянных в качестве эталона времени и частоты, были достигнуты в Национальном комитете стандартов в Вашингтоне на основе использования принципа, разработанного Гарольдом Лайонсом – сотрудником научно-исследовательской лаборатории по изучению микроволн.

Опытным путем было обнаружено, что в волноводных трубках, заполненных аммиаком при атмосферном давлении 10 – 2, т.е. в сильно разреженном состоянии, на волне 1,25 см можно получать довольно узкие спектры поглощения аммиака. Впервые это явление было замечено в отношении газов в 1934 г. Клеетоном и Вильямсом.

1. **Электрические и электронные наручные часы**

В последние десятилетия в развитии наручных часов отчетливо наметились две основные тенденции. Одна связана с дальнейшим усовершенствованием традиционных механических наручных часов с целью повышения точности и стабильности их хода, другая направлена на создание новых конструкций электрических и электронных наручных часов.

Основная идея совершенствования механических наручных часов заключается в стабилизации импульса, сообщаемого часовым механизмом, и в обеспечении изохронизма колебательной системы в различных положениях. Так, часы с автоматическим заводом, непрерывно подзаводящим пружину, часы со стабилизатором, выравнивающим момент на оси анкерного колеса, отличаются более стабильным режимом работы, чем часы, не имеющие их. Однако на этом пути трудно ожидать каких-либо кардинально новых технических решений, поскольку за длительный период существования механические часы в большей мере исчерпали ресурсы своего развития. Поэтому особый интерес представляет быстро развивающаяся область электрохронометрии. Электрические наручные часы способны работать в течение года (и более) от одной батареи. Увенчались успехом и усиленные поиски путей и средств для замены классической системы баланс–спираль новыми высокочастотными осцилляторами (камертон, кварц). Наручные камертонные часы выпускаются в США фирмой Бюлова миллионами штук. В настоящее время кварцевые наручные часы могут считаться уже вполне освоенными, серийное их производство налажено во многих странах (Швейцария, Япония, СССР и др.). Добротность новых осцилляторов значительно выше, чем добротность системы баланс–спираль. Необходимость преобразования относительно высокой частоты таких осцилляторов в сравнительно медленное движение стрелок связано с рядом трудностей. Они стали причиной того, что малогабаритные часы с такими осцилляторами появились с большим запозданием.

Однако в настоящее время основные проблемы, стоящие на пути создания электронно-механических часов, получили более или менее удовлетворительное решение.

Электрические наручные часы. Отдельные попытки использовать достижения электротехники для создания электромеханических хронометров (с балансовым регулятором) имели место еще во второй половине XIX в. Именно к 1872 г. относится создание электромеханических хронометров И.А. Данишевским и к 1882 г.-И.А. Тимченко [19, 192–197] на основе работ русской электротехнической школы, во главе которой тогда стояли Р.Н. Яблочков, А.Н. Лодыгин и др. В 1904 г. в Женеве был выдан Н.А. Комприче патент на электрический морской хронометр. К концу XIX в. среди изобретателей разных стран появляется интерес к созданию карманных часов с электрическим приводом. В 1899 г. патент на электромеханические часы обычного типа был выдан Д. Бютхеру (США), а в 1900 г. – на электромеханический спусковой регулятор И. Купцову (Россия) [19, 200]. В 1920 г. два французских изобретателя изготовили электрические карманные часы. Хотя в данной области было заявлено множество патентов, их реализация задерживалась из-за непреодолимых в то время Трудностей, связанных с отсутствием миниатюрных батарей и с проблемой осуществления контактов и надежного спускового регулятора.

Исследования с целью создания наручных часов с электрическим приводом становятся более интенсивными начиная с 1945 г. В США и Франции на проведение этих исследований были вложены значительные средства. В печати того времени высказывались оптимистические прогнозы о том, что в **1953** г. появятся электронные наручные часы и часовая промышленность переключится на их изготовление взамен механических часов. К сожалению, производство таких наручных часов вызвало большие трудности; их выпуск был на время прекращен. Тем не менее в производстве электрических часов крупного калибра были достигнуты значительные успехи; эти часы стали вытеснять даже механические часы.

Производство нового типа наручных часов началось не с электронных, а с электромеханических контактных часов. Они были созданы на основе традиционной, хорошо освоенной часовщиками системы баланс–спираль с применением в качестве источника энергии миниатюрной батареи. Первые промышленно изготовленные образцы наручных электрических часов появились во Франции в 1954 г., а серийное их изготовление впервые осуществила в январе 1957 г. американская фирма Гамильтон. Особенно интенсивно производство наручных электрических часов стало развиваться с 1965 г.

1. **Электронно-механические наручные часы**

Рассмотренные конструкции электромеханических часов из-за наличия контакта не могут обеспечить надежность в работе в течение длительного срока службы. Другим принципиальным их недостатком является значительное рассеивание магнитного потока, что приводит к большим энергетическим потерям. Это вызвало поиски других конструктивных решений, в первую очередь таких, где не требовались бы электрические контакты. Дальнейший прогресс и заключался в применении в наручных часах бесконтактного спускового механизма на транзисторах.

В 1918 г. В. Экклс и Ф, Джордан в Англии и в 1919 г. Г. Абрахам и Э. Блох во Франции применили трехэлектродные вакуумные радиолампы для бесконтактного управления импульс-ной катушкой маятника. Одновременно же они предложили первую схему электронно-механического камертонного регулятора. Но такая схема привода не нашла широкого примене-ния из-за малого срока службы электронных ламп и других причин. Положение изменилось после изобретения транзисторов – кристаллических триодов точечного типа.

Джон Бардин и Уолтер Бреттейн 23 декабря 1947 г. обнаружили, что германий может выполнять функции выпрямителя. В 1951 г. им удалось осуществить разработку конструкции германиевого плоскостного триода – транзисторакак основного элемента современной полупроводниковой техники. В 1956 г. эти изобретатели за открытие способности транзистора осуществлять все функции приемно-усилительных ламп получили Нобелевскую премию. Это открытие имело своим следствием возникновение и развитие полупроводниковой техники и, в частности, применение германиевых транзисторов для создания электронно-механических часов. В электронно-механических часах имеется электронная система – формирования импульса для приведения осциллятора в колебательное состояние. В качестве осциллятора раньше всего был применен маятник и баланс, а затем камертон.

Система привода в электронно-механических регуляторах представляет собой электронно-механическое устройство, преобразующее электрическую энергию тока источника питания в механическую энергию импульса привода.

В настоящее время основное отличие электромеханических часов от электронно-механической практики сводится к способу переключения цепи источника тока в момент передачи энергии часовому осциллятору. В электромеханических часах это переключение осуществляется путем замыкания обычных контактов, а в электронно-механических – переключением транзистора, т.е. процесс формирования импульса в этих часах осуществляется не с помощью контакта, а с помощью транзистора. Соответственно этому электромеханические часы называют контактными, а электронно-механические – бесконтактными.

Первые сведения об электронно-механических регуляторах на транзисторах, предложенных в 1953 г. французскими инженерами М. Лаве и Ж. Дитчем, появились в печати в 1957 г. На этом принципе в течение 1953–1956 гг. французская фирма Ато сконструировала электронно-механический хронометр типа Хроностат, который стал выпускаться серийно фирмой Леруа. В нем в качестве регулятора применена система баланс – спираль с магнитно-электрической системой привода, каскад формирования импульса собран на плоском германиевом триоде.

**Список используемой литературы**

1. Канн Г. Краткая история часового искусства. Л., 1926.

2. Завельский Ф.С. Время и его измерение. М.: Наука, 1977.

3. Время и современная физика: (Сб. статей). Пер. с фр. М.: Мир, 1970

4. Бакулин П.И., Блинов С.Н. Служба точного времени. М.: Наука, 1968.

5. Бек Т. Очерки по истории машиностроения. М.; Л.: Гостехиздат, 1933.Т. 1.

6. Бернал Дж. Наука в истории общества. М.: ИЛ, 1956.

7. Берри А. Краткая история астрономии. М.; Л.: Гостехиздат, 1946.

8. McCarthy J. Remington: A matter of time. N.Y.;.L., 1947.

9. Milham W.J. Time and timekeepers. N.Y., 1945.

10. Агафонов В.К. Современная техника. М., 1915. Т. 3. Ч. II.

11. Геродот. История в девяти книгах. Л.: Наука, 1972.

12. Добиаш-Рождественская О.А. Как люди научились узнавать время? Берлин, 1924.

13. Аксельрод 3. М. Часовые механизмы: Теория, расчет и проектирование.

М.; Л.: Машгиз, 1947.

14. Шишелов Л.П. Механика часового механизма. Л.: Кубуч, 1933. Ч. 1; Л.: ОНТИ, 1935. Ч. 2.