

В. Н. Пипуныров

История часов
С древнейших времен до наших дней

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 93
ББК 63.3
В11

В11 **В. Н. Пипуныров**
История часов: С древнейших времен до наших дней / В. Н. Пипуныров – М.: Книга по Требованию, 2024. – 496 с.

ISBN 978-5-458-32828-9

На большом фактическом материале рассматривается история часов и проблемы измерения времени от древности до наших дней. В книге три части: - История часов древнего мира и Средних веков- часы древнего Востока- античные солнечные и водяные часы- часы Средних веков- развитие механических часов в Западной Европе в 16-17 вв- Развитие классической колебательной хронометрии- развитие маятниковых часов- развитие карманных часов- история хронометра- история применения баланса и спирали- история развития наручных часов- История электрохронометрии, кварцевых и атомных часов- история электрических маятниковых и балансовых часов- развитие электронно-механических и квантовомеханических приборов времени Эта работа- итог многолетних исследований автора. Она предназначена прежде всего для специалистов часового дела и историков науки, а также для читателей, интересующихся историей развития часов и часового производства.

ISBN 978-5-458-32828-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Крупная часовая промышленность в нашей стране возникла в середине 30-х годов XX в. Было издано и несколько небольших книг по истории часов, однако книги эти нельзя причислить к научной литературе. С развитием часовой промышленности интерес к изданию книг по часам увеличился. Такого рода литература требовалась теперь для подготовки рабочих и инженерно-технических кадров для часовой промышленности. В научном отношении среди этих книг выделяется фундаментальный трехтомный труд «Механика часового механизма» (1931—1937).

Увлечение автора настоящей книги теорией и устройством часов, а также их историей началось со знакомства с монографией Р. Гоулда «Хронометр, его история и совершенствование», изданной в 1923 г. в Лондоне. Эта книга и теперь может считаться образцом научного подхода к разработке истории часов.

В 1947 г. автор стал сотрудником Научно-исследовательского института часовой промышленности. Вскоре началась работа над книгой по истории часов и часовой промышленности, занявшая почти два десятилетия. Сведения пришлось собирать на английском, немецком, французском и итальянском языках.

Удалось накопить и систематизировать большой фактический материал. Однако из-за ограниченности объема настоящей книги пришлось отказаться от использования значительной части материала, относящегося к развитию часовой промышленности Швейцарии, Англии, Франции, Германии и США, и полностью отказаться от сведений, относящихся к эволюции стилей внешнего оформления часов. По истории русских часов в книге приводятся лишь наиболее важные данные; с историей часов в России желающие могут подробно ознакомиться в нашей книге «Развитие хронометрии в России» [19]¹.

¹ Здесь и далее в квадратных скобках приводятся ссылки на литературу, помещенную в конце книги. Первая цифра — номер книги или статьи, вторая и следующие — страница.

Введение

ПЕРИОДИЗАЦИЯ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЧАСОВ

«Начало научного мышления, извлекшего человека из животного состояния, связано с измерением времени», — отмечал историк античной техники Г. Дильс [63, 137]. Астрономия была первой наукой о времени, она зародилась еще в доисторический период развития культуры [3, 500].

Немыми памятниками, свидетельствующими о наличии практического интереса к астрономическим знаниям у людей позднего каменного 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 александрийско-римской 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 приурочен 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 ограничено. Получили научную разработку геометрическая оптика и акустика по причине простоты эмпирических данных, составляющих основание этих наук, и возможности их математической обработки. Статичес-

кая 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. [74, 84, 182, 208, 215].

Решение задач гномоники на мусульманском Востоке в конечном счете привело к обоснованию и применению для этой цели формул прямолинейной и сферической тригонометрии [85, 281]. 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» [4, 263]. 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—XVII 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» [5, 418]. В другом месте он указывает, что «ремесленный период... оставил нам великие открытия: компас, порох, книгопечатание и автоматические часы» [1, 361].

Результаты изучения математики и механики в эпоху Воз-

рождения 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» [4, 263].

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...» [6, 328].

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 была

решена путем изобретения 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. Она излагается во второй части книги.

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»¹. 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 прибором².

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, изобре-

¹ Ньютон И. Математические начала натуральной философии.— В кн.: Крылов А. Н. Собр. трудов. М., 1936, т. 17, с. 32.

² Лекции по механике Н. И. Лобачевского.— Изв. Самар. гос. ун-та, 1922, вып. 3, с. 21—24.

тен 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?» [5, 418].

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 передвиже-

ния. 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 [18].

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 $(3 \div 4) \cdot 10^{-11}$. 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 —

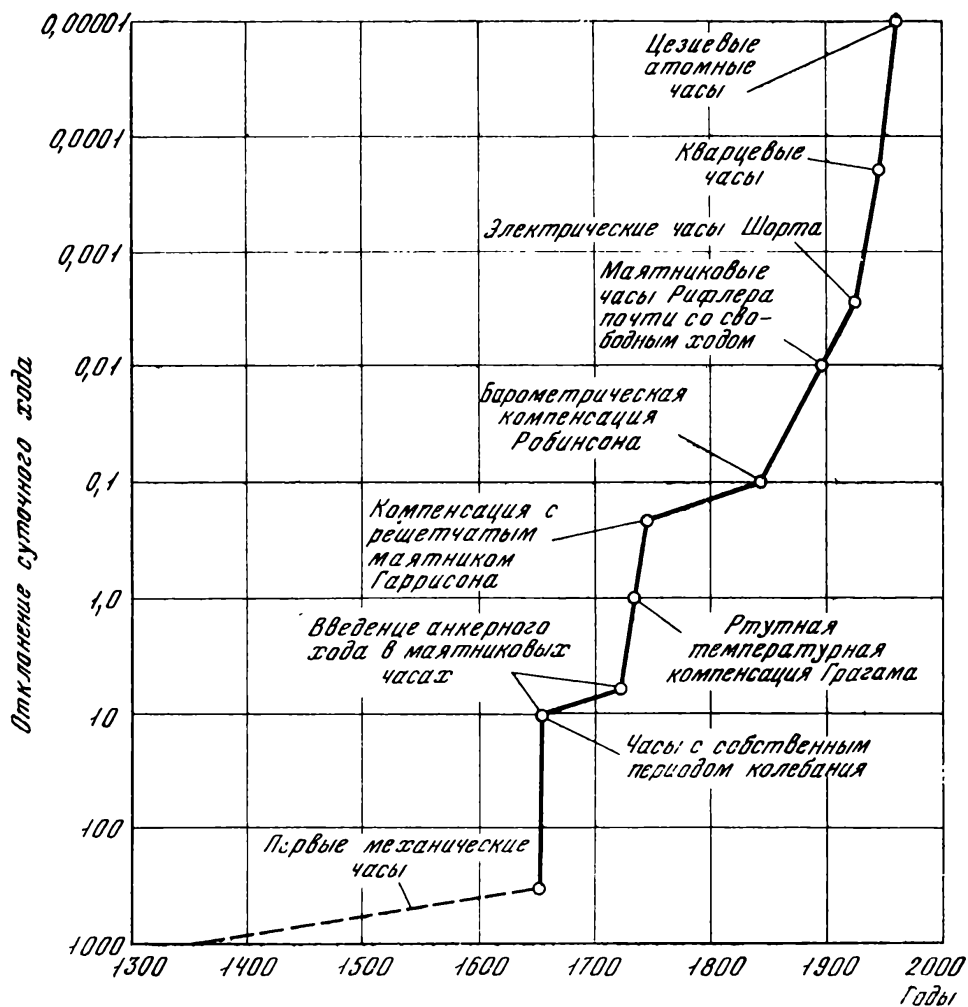


Рис. 1. Диаграмма роста точности приборов времени

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 $1 \cdot 10^{-11}$, 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 [29, 172]. После этих изобретений хронометрия стала важным направлением современной научно-технической революции и адекватной по своим возможностям ее требованиям.

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 [43, 39] 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»).