

ОТМИРА «ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОСТИ» К УНИВЕРСУМУ ПРЕЦИЗИОННОСТИ¹

В ранее опубликованной статье я утверждал, что проблема основ машинизма, рассматриваемая в двойном аспекте: а) почему машинизм родился в XVII веке? и б) почему он не родился двадцатью веками раньше, а именно в Древней Греции? — не обладает удовлетворительным решением, я хочу сказать, решением, которое в итоге не сводит все просто к констатации некоторого факта (впрочем, я сомневаюсь в том, что из истории вообще возможно извлечь какие-либо факты). Но зато, как представляется, можно было бы обрисовать некоторое приемлемое решение, которое позволило бы нам увидеть или понять, что греческая наука *не могла* породить некоторую истинную технологию, ибо в условиях отсутствия физической науки² такая технология категорически невозможна. Но греческая наука не создала физики и не могла этого сделать, так как в структуре последней статика должна предшествовать динамике: Галилей невозможен без Архимеда.

Можно, конечно, задаться вопросом: почему античность не дошла до Галилея?.. Но это в конечном счете значило бы задаться вопросом: почему столь внезапно прервался величественный подъем греческой науки? Почему ее развитие прекратилось? По причине распада полиса? Римского вторжения? Влияния христианства? Возможно. Однако в этот период Евклид и Птолемей самым прекрасным образом жили и творили в Египте. Так что в этом плане ничто не мешало тому, чтобы Коперник и Галилей стали их прямыми преемниками.

Но вернемся к нашей проблеме. Греческая наука, как я сказал, не создала истинной технологии³, так как не создала физики. Но почему, спросим себя еще раз, она этого не сделала? По всей видимости, потому, что к этому не стремилась. А не стремилась в свою очередь потому, что была уверена в невозможности добиться успеха на этом пути.

Действительно, создать физику в *нашем* смысле слова, а не в том, как ее понимал Аристотель, означает применить к действительности строгие, однозначные, точные математические, и прежде всего геометрические, понятия. Предприятие, прямо скажем, пара-

доксальное. так как повседневная действительность, в которой мы живем и действуем, не является ни математической, ни математизируемой. Это область подвижного, неточного, где царят «более или менее», «почти», «около того» и «приблизительно». Так что для этой повседневной практики в равной степени мало что дает знание того, обладают ли геометрические объекты — согласно Платону, для которого математика является «наукой по преимуществу». — более высокой реальностью, нежели объекты чувственного мира, либо — как учит Аристотель, для которого математика является всего лишь второстепенной и «абстрактной» наукой, — они наделены только «абстрактным» бытием мыслимых объектов: в обоих случаях математику и физическую реальность разделяет пропасть. Отсюда следует, что желание применить математику к изучению природы является ошибочным и противоречит здравому смыслу. В природе нет кругов, эллипсов или прямых линий. Само по себе желание точно определить размеры какого-нибудь природного существа смешно: лошадь, несомненно, больше собаки и меньше слона, но ни собака, ни лошадь, ни слон не наделены строго и точно определенными размерами — всегда налицо некоторая доля неточности, «игры», «более или менее», «почти»⁴.

Таковы идеи (или установки), которым греческая мысль оставалась неизменно верна, какие бы философские системы из них ни выводились; она не допускала возможности, чтобы в этом мире существовала точность и чтобы материя этого нашего подлунного мира могла представить во плоти математические существа (без того, чтобы ее к этому принудило искусство)⁵. Зато она допускала, что совсем иначе все происходит на небесах, где совершенные и абсолютно упорядоченные движения сфер и звезд происходят в соответствии с самыми строгими и незыблемыми законами геометрии. Но верное на небесах неверно на земле. И поэтому математическая астрономия возможна, а математическая физика — нет. Таким образом, греческая наука не только создала небесную кинематику, но с удивительным терпением и точностью наблюдала и измеряла небо, пользуясь измерениями и измерительными инструментами, которые она либо заимствовала, либо изобрела сама. Вместе с тем она никогда не пыталась математизировать земное движение и — за одним-единственным исключением⁶ — применить на земле измерительный инструмент и даже измерить точно что-либо, кроме расстояний. Но именно благодаря измерительному инструменту миром овладевает идея точности и на смену миру «приблизительности» приходит мир прецизионности.

Как представляется, ничто не раскрывает более поразительным образом изначально присущую греческой мысли оппозицию мира небесного миру земному — мира точности миру «приблизительности» — и неспособность преодолеть этот радикальный дуализм, чем невозможность для нее постичь единицу измерения времени. Ибо если небесные «орудия времени» (*ὄργανα χρόνου*), если небесный свод своими вечными равномерными обращениями по-

родил — или определил — строго равные подразделения времени, если поэтому звездные сутки обладают абсолютно постоянной продолжительностью, то все это никоим образом не распространяется на земное время, — время, существующее для нас самих. Для нас солнечные сутки составлены из дня и ночи, продолжительность которых весьма существенно изменяется, так что если день и ночь подразделены на равное число часов, то продолжительность каждого из этих часов будет точно так же изменяться в большую или меньшую сторону в зависимости от времени года. Эта концепция столь глубоко укоренилась в сознании и жизни греков, что привела к парадоксальной ситуации, когда первоначальное предназначение солнечных часов как инструмента для передачи на Землю послания кругообращающихся небесных сфер, было заменено на измерение большей или меньшей продолжительности в мире «приблизительности».

Итак, если считается, что понятие движения неразрывно связано с понятием времени, что в новом — и посредством нового — понимании движения реализовалась интеллектуальная революция, давшая рождение науке Нового времени, и что благодаря этому новому пониманию движения прецизионность спустилась с небес на землю, то отсюда с неизбежностью следует, что греческая наука, так же как наука Архимеда, не могла стать основоположницей динамики, а техника древних греков не могла превзойти уровня *τέχνη*.

История средневековья предоставляет нам множество блестящих доказательств того, что техническая мысль на уровне здравого смысла не зависит от научной мысли, из которой она может, однако, вбирать в себя отдельные элементы, внедряя их в здравый смысл⁷; что эта мысль может развиваться, изобретать, приспособлять к новым потребностям старые открытия, а также совершать новые; что, направляемая и стимулируемая опытом и деятельностью, успехами и неудачами, она может преобразовывать правила *τέχνη*; что она может также создавать и развивать орудия труда и машины; что с помощью средств, иногда самых примитивных, она может, правомерно служа их обладателям, создавать творения, которые по своему совершенству (не говоря уже о красоте) намного превосходят произведения техники эпохи развитой науки (особенно на ее начальных этапах). Действительно, как отмечает Люсьен Февр в работе⁸, которая, как представляется, имеет капитальное значение для истории науки и техники (хотя автор и говорит об этом мимоходом, но история техники неотделима от истории мысли и непредставима без нее): «Мы не говорим больше сегодня — да и в течение некоторого предшествовавшего отрезка времени говорили все меньше и меньше — о темной ночи средневековья. Мы не говорим больше о Ренессансе как о некоем победоносном рыцаре, навсегда развеявшем предшествовавший ему мрак, потому что здравый смысл вступил наконец в свои права и мы не можем верить больше в правдоподобность

тех тотальных отсутствий, о которых нам некогда твердили, — в отсутствие человеческой любознательности, отсутствие духа наблюдательности и, если угодно, изобретательности. Потому что мы в конце концов сказали себе, что смешно отрицать наличие наблюдательности и духа обновления в целом в эпоху, которая породила архитекторов широкого полета мысли, задумавших и воздвигших величественные романские базилики — Клюни, Везлен; Сен-Сернэн и т. д., грандиозные готические кафедральные соборы в Париже, Шартре, Амьене, Реймсе, Бурже, мощные крепости владетельных сеньоров — Куси, Пьерфон, Шато-Гайар, — со всеми сопутствующими подобным стройкам геометрическими и механическими проблемами, вопросами транспорта, подъемных средств, управления, со всем богатством удавшихся опытов и отмеченных неудач, являющихся одновременно и условием, и продуктом такой деятельности. При более близком рассмотрении люди, которые впервые изобрели, или вновь открыли, или переняли и внедрились в западную цивилизацию конскую наградную упряжь, подковы, стремя, цапфу, ветрянную и водяную мельницы, рубанок, подковы, порох, бумагу, книгопечатание и т. д., — эти люди вполне заслуженно могут быть признаны обладателями духа изобретательства и гуманности».

Так что люди XV и XVI вв., изобретшие шпиндельный спуск и анкерное колесо, усовершенствовавшие огнестрельные искусства в металлургии и судостроении, открывшие уголь и подчинившие энергию воды нуждам индустрии, — люди эти не были, бесспорно, ниже своих предшественников. Картина этого прогресса, этого накопления изобретений, открытий (и, следовательно, определенного знания) объясняет нам — и в какой-то степени оправдывает — позицию Бэкона и его последователей, противопоставлявших плодотворность практического разума бесплодию теоретических спекуляций. Именно этот прогресс, особенно в области машиностроения, насколько известно, послужил основанием технологического оптимизма Декарта, больше того — послужил основанием его понимания мира, его системы универсального механицизма.

Но в то время как Бэкон делал отсюда вывод, что разум должен ограничиться регистрацией, классификацией и упорядочением фактов, поставляемых здравым смыслом, и что наука (в которой Бэкон так ничего и не понял)⁹ является или должна быть только некоторым итогом, обобщением или продолжением почерпнутого практикой знания, Декарт пришел к прямо противоположному выводу, а именно к выводу о возможности того, чтобы вся деятельность была пронизана теорией, т. е. о возможности *обращения* (conversion), теоретического разума к действительности. об одновременной возможности *технологии* и *физики*, — возможности, обнаруживающей свое выражение и гарантию в том, что акт познания, разбирая и вновь собирая некоторую машину, при-

водит к *пониманию* ее действия, точно так же как структура и функционирование множества ее составных частей являются точным аналогом той процедуры, посредством которой, разлагая некоторое уравнение на его факторы, разум приходит к пониманию структуры и композиции этого уравнения. Итак, источник прогресса, в результате которого люди станут «господами и хозяевами природы», Декарт видел именно в обращении теории к действительности, а не в спонтанном развитии промышленных ремесел самими ремесленниками.

Со своей стороны я считаю, что история или, вернее, предыстория технической революции XVII—XVIII вв. подтверждает картезианскую концепцию: именно в результате обращения ελιότημη на τέχνη машина «эотехническая»¹⁰ превратилась в современную «палеотехническую» машину, потому что как раз это обращение, другими словами, именно эта рождающаяся технология наделила последнюю тем, что образует ее собственную характерную особенность и радикальным образом отличает ее от первой, а именно *точностью*.

Действительно, когда штудируешь книги, посвященные машинам XVI и XVII вв.¹¹, когда анализируешь реальные машины или их проекты, описания и рисунки которых содержатся в этих книгах, поражаешься приблизительности, неточности строения, функционирования и самого их замысла. Зачастую эти описания включают в себя их действительные, точно зафиксированные размеры. Но ни разу эти машины не были точно «рассчитаны». Поэтому разница между машинами, оставшимися лишь в проекте, и построенными машинами вовсе не сводится к тому, что первые были «плохо рассчитаны», а вторые — «хорошо», ибо ни в том ни в другом случае никакого «расчета» не было. Все они были сделаны «вприкидку», «на глазок», за исключением разве что подъемных и некоторых других механизмов, например мельниц, которые в качестве передаточного механизма применяли систему зубчатых колес, необходимым образом *предрасполагавшую* к расчету. В своей массе все эти машины принадлежали миру «приблизительности». И поэтому все наиболее грубые операции в перерабатывающих отраслях, такие, как перекачка воды, помол зерна, шерстобитные работы, приведение в движение кузнечных мехов, могли быть доверены машинам. Более тонкие операции выполнялись руками человека с применением человека же в качестве движущей силы.

Я только что сказал, что эотехнические машины не «рассчитывались». Но как это могло быть? Не забудем или, лучше сказать, отдадим себе отчет в том, что человек эпохи Возрождения или средневековья (причислим сюда также и человека античной эпохи) просто-напросто не умел считать. Он не обладал для этого необходимыми средствами. Конечно, он умел — астрономы умели — производить астрономические вычисления (античная наука

создала и развила для этого соответствующие методы), но он не умел¹² производить численные расчеты¹³ (античную науку эта сторона дела почти — или даже совсем — не заботила). Человек этот, как отмечал Л. Февр, «совершенно не располагал ни алгебраическим, ни мало-мальски удобным, подчиненным определенным правилам современным арифметическим языком. Использование цифр — именуемых нами арабскими, потому что они являются индийскими, — так вот, использование цифр «гобар», которые «пришли» из Испании (или «от варваров») в Западную Европу, было далеко от широкого и повсеместного распространения, хотя итальянские купцы прибегали к ним начиная с XIII—XIV вв.¹⁴ Если применение этих цифр быстро распространилось в таких областях, как составление церковных календарей, а также медицинских и астрологических сборников, то в повседневной жизни оно столкнулось с ожесточенным сопротивлением со стороны слегка модифицированных римских цифр, в быту именовавшихся финансовыми цифрами. Они представлялись сгруппированными по категориям, отделявшимся друг от друга точками: десятки или двадцатки из двух знаков X, сотни — из C, тысячи — из M; и все — невероятно малопригодные для выполнения любой, самой элементарной арифметической операции»¹⁵.

«Таково, — согласно Л. Февру, — начало письменного счета, который кажется нам столь удобным и простым и который человеку XVI в. представлялся чудовишно трудным и доступным лишь математической элите. Прежде чем улыбнуться этому, вспомним Паскаля, который в 1645 г., ...посвящая свою вычислительную машину канцлеру Сегье, сетовал на чрезвычайную сложность письменных вычислений. Они не только заставляют нас все время «держаться в уме или занимать необходимые суммы», что порождает многочисленные ошибки... но, сверх того, требуют от несчастных вычислителей «глубокого внимания и очень быстро утомляют ум». Действительно, во времена Рабле считали прежде всего и почти исключительно с помощью шахматных досок, оставивших свое название министрам финансов за Ламаншем¹⁶, и *жетонов*, которыми старый режим пользовался более или менее искусно вплоть до своего упадка».

Конечно, вычисления были делом нелегким. Поэтому никто их не выполнял, а уж если выполняли, то старались, насколько это возможно, свести к минимуму. Чаще всего вычисления были ошибочными и производились очень медленно. Немного больше, немного меньше... какое это могло иметь значение? Вообще говоря, никакого, можно не сомневаться. Между складом ума средневекового человека (и, вообще говоря, человека времен «приблизительности») и нашим складом ума существует фундаментальное различие. Прочитываем еще раз Л. Февра: у занимающегося вычислениями человека, который «живет в мире, где математика носит еще элементарный характер, ум формируется не таким образом, как у человека, тоже невежественного, тоже неспособного само-

стоятельно решить уравнение или справиться с более или менее сложной задачей, но который живет в обществе, в целом приученном к строгим способам математических умозаключений, к точным методам вычисления, к элегантной справедливости способов доказательства...

«Вся наша современная жизнь как бы пропитана математикой. Ею отмечены и повседневные поступки людей, и их строения — все, вплоть до нашего наслаждения искусством и нашей нравственности, которые, однако, этому влиянию не подвержены» — под этими словами Поля Монтеля не подписался бы ни один человек XVI в.; нас же они абсолютно не удивляют. Ему бы они не внушили (и вполне резонно) никакого доверия».

Любопытно: две тысячи лет назад Пифагор объявил, что число является сутью вещей, а согласно Библии, бог основал мир на «числе, весе, мере». Все это повторяли, но никто этому не верил. По крайней мере до Галилея никто не воспринял этого всерьез. Никто никогда не попытался определить эти числа, веса и меры. Никто не догадался вычислить, взвесить и измерить. Точнее, никто никогда не попытался пойти дальше неточного использования в практике повседневной жизни числа, веса и меры — сосчитать месяцы и пересчитать животных, измерить расстояния и площади, взвесить золото и зерно, чтобы сделать все это элементами точного знания.

Полагаю также, что недостаточно вместе с Л. Февром сказать, что для такого дела у человека эпохи средневековья и Ренессанса отсутствовали необходимые материальные и интеллектуальные средства. Конечно, абсолютно верны и имеют фундаментальное значение соображения, согласно которым «используемые сегодня наиболее употребительные, привычные для всех и, кроме того, самые простые инструменты им были неизвестны. Для наблюдения служила пара собственных глаз; сверх того, в случае крайней необходимости — лишь самые несовершенные подзорные трубы, так как ни состояние оптики, ни состояние стекольного производства не обеспечивали изготовления (будь то из стекла, будь то методом нарезания из хрусталя) линз, способных увеличивать очень удаленные предметы вроде звезд или очень маленькие вроде насекомых или микробов». Верно также, что отсутствовали не только инструменты для измерения, но и язык, которым можно было бы выражать его результаты: «Не существовало никакого ясного и четко определенного перечня, никакого эталона гарантированной точности, которые отличались бы общепризнанным постоянством. Вместо этого — множество разнородных систем мер, меняющихся от города к городу, от деревни к деревне, будь то меры длины, веса или объема. Измерение температуры было невозможным: термометр еще не появился на свет и долго еще не появится».

Можно, однако, спросить, а не объясняется ли такое двойное отсутствие характерным для той эпохи строем мышления, общей

структурой мира «приблизительности»? Как представляется, с этой точки зрения пример алхимии дает нам решающий ответ. Действительно, в ходе своего тысячелетнего существования, единственная из всех наук о земных вещах, она сумела выработать словарь своих понятий и систему обозначений, а также свой инструментарий, унаследованный и освоенный современной химией. Она накопила ценные наблюдения, проделала тысячи опытов, а также совершила ряд важных открытий. Ей никогда не удавалось точный эксперимент, но это происходило потому, что она к этому не стремилась. Описания алхимических операций не имеют ничего общего с формулами наших лабораторий: своей неточностью, приблизительностью, качественным характером они сродни поваренным рецептам. И дело тут отнюдь не в отсутствии материальных возможностей для выполнения необходимых измерений, ибо алхимик не пользовался ими даже тогда, когда они были у него под руками. Не термометра ему не доставало, а идеи, что теплота поддается точному измерению. И поэтому он довольствовался словами обыденной речи: живой огонь, медленный огонь и т. д. — и не пользовался (или почти не пользовался) весами, притом что таковые существовали и, более того, были достаточно точными, например у торговцев драгоценностями и ювелиров. Но именно поэтому алхимик и не пользовался ими. В противном случае он был бы химиком. Кроме того, для того чтобы иметь идею использовать их именно таким, а не иным образом, он должен был по крайней мере однажды проделать это.

По-моему, все это очень напоминает ситуацию с оптическими инструментами, впрочем, и с остальными тоже. Поэтому, будучи полностью согласен с Л. Февром относительно значения их отсутствия, я не вполне удовлетворен тем объяснением, которое он дает этому факту.

Действительно, как отмечает сам Л. Февр, подзорные трубы находились в употреблении с XIII в. и даже, может быть, с конца XII в. Лупа, или увеличительное зеркало, была известна, без сомнения, еще в античности. Но тогда как же получилось, что в течение четырех столетий — телескоп появился в XVII в. — никому, ни изготовителям линз, ни их потребителям, не пришла в голову попытаться нарезать самому или поручить нарезать линзу чуть-чуть потолще, так, чтобы кривизна ее поверхностей была чуть-чуть большей, и таким образом заполучить простейший телескоп, который появился лишь в конце XVI — начале XVII в.? Ссылка на состояние стекольного производства представляется недостаточной, хотя, конечно, дело здесь обстояло далеко не блестящим образом: в XIII—XIV вв. стекольных дел мастера были совершенно неспособны изготовить телескоп (хотя позже, в первой половине XVI в., итальянские стеклоделы были единственными, кто умел нарезать астрономические линзы¹⁷, и лишь во второй половине века их догнали и даже превзошли в этом мастерстве голландцы и немцы); но совсем иное дело — простой микроскоп, для

которого нужен лишь хорошо отполированный стеклянный шарик; приготовить его мог бы любой стеклорез — изготовитель подзорных труб. Так что, повторим, не технической невыполнимостью, а исключительно лишь отсутствием идеи можно объяснить этот факт¹⁸.

Говоря об отсутствии идеи, мы отнюдь не имеем в виду научную несостоятельность. Несомненно, средневековая оптика (как и оптика греков) — труды Аль-Газена и Витело внесли в нее определенный вклад, — зная о факте преломления света, пренебрегла его законами: истинное рождение физической оптики связано с именами Кеплера и Декарта. Но хотя, по правде говоря, Галилей знал здесь не больше, чем Витело, этого было достаточно, чтобы он, осознав идею создания телескопа, оказался способным реализовать ее.

Более того, нет ничего проще, чем телескоп или по крайней мере подзорная труба¹⁹. Для их создания нет никакой необходимости ни в науке, ни в специальных линзах, а следовательно, и в развитой технике: два стекла от очков, помещенные одно за другим, — вот и вся подзорная труба. Как же получилось, что за четыре века никому в голову не пришла мысль вместо одной пары таких стекол использовать сразу две?

Это произошло потому, что изготовитель подзорных труб был не оптиком, а ремесленником. И изготовлял он не оптический инструмент, а некоторый полезный предмет. Так он и изготовлял их в соответствии с жесткими правилами ремесла, а что сверх того — то от лукавого. Есть некая очень глубокая истина в традиции — быть может, легендарной, — приписывающей изготовление первой подзорной трубы случаю, игре ребенка одного из голландских изготовителей подзорных труб.

Но и для человека — потребителя подзорных труб они тем более не были оптическим инструментом, а таким же полезным предметом, т. е. некоторой вещью, которая, как было ясно уже античным мыслителям, продолжает и усиливает действие наших членов, наших органов чувств; некоторой вещью, принадлежащей миру здравого смысла. И эта вещь никого и никогда не принудит преступить через него. Зато собственно в функцию инструмента не входит требование быть продолжением органов чувств, а в самом полном и буквальном смысле слова быть воплощением разума, материализацией мысли.

Ничто лучше не демонстрирует это фундаментальное различие, чем история создания Галилеем телескопа. В то время как Липертшей и Янсены, открывшие по воле случая породившую подзорную трубу комбинацию линз, ограничились внесением необходимых усовершенствований в эту комбинацию линз повышенной разрешающей способности (корпус трубы, подвижный окуляр), Галилей, как только до него дошло сообщение о голландском приспособлении, приближающем образ отдаленных предметов, разработал его теорию. И, опираясь на эту теорию, разумеется далекую

от совершенства, но все-таки *теорию*, и все больше увеличивая точность и разрешающую способность лпнз, он создает ряд «зрительных труб», открывших перед взором наблюдателя безграничность неба.

Голландские изготовители подзорных труб ничего подобного не сделали, так как у них в самом деле не было мысли об изготовлении *инструмента*, — мысли, которая вдохновляла и вела за собой Галилея. Так что искомая — и достигнутая — цель ученого и цель мастеровых полностью отличались друг от друга. Голландская зрительная труба была прибором в практическом смысле: она позволяла видеть на расстоянии, превосходящем возможность человеческого зрения, то, что последнему доступно на более близком расстоянии. В своей функции зрительного прибора этим она ц ограничивалась, и это не случайно: ни изготовители, ни потребители голландских подзорных труб не пользовались ими для наблюдения неба. В противовес этому Галилей сконструировал свои инструменты — телескоп, а затем и микроскоп — для чисто теоретических потребностей: добраться до того, что *не подпадает под наши чувства*, увидеть то, что никто еще не видел. Практическое применение приборов, которыми восторгались буржуа и патриции Венеции и Рима, было для него чем-то второстепенным. Но помимо воли ученого его исследования, преследовавшие чисто теоретические цели, привели к результатам, значение которых для рождения современной — прецизионной — техники оказалось решающим, так как для производства оптических приборов необходимо было не только улучшить качество применявшихся в них линз и определить, т. е. сначала *измерить*, а затем *вычислить*, углы преломления, но и улучшить способ нарезки этих линз, т. е. придать им точно определенную геометрическую *форму*. А для того чтобы это сделать, надо было строить все более и более *точные* машины, математически рассчитанные, которые в качестве математических инструментов предполагали замещение в уме их изобретателя мира «приблизительности» универсумом прецизионности²⁰. Так что совсем не случаен тот факт, что первый оптический инструмент был изобретен Галилеем, а первая машина Нового времени — для нарезки параболических линз — Декартом.

И если с изобретением и вследствие изобретения оптического инструмента была пробита брешь и установилось взаимодействие между двумя мирами — миром астральной прецизионности и низлежащим миром «приблизительности» — и если по этому каналу произошло слияние небесной физики и физики земной, то был еще другой, окольный путь, которым понятие точности вошло в повседневную жизнь, внедрилось в социальные отношения и трансформировало или по меньшей мере изменило структуру самого здравого смысла: я имею в виду *хронометр*, или *инструмент, измеряющий время*.

Приборы для измерения времени появились в человеческой истории сравнительно поздно²¹. В отличие от пространства, кото-

рое, будучи по своей сущности целиком существенно измеримым, составляющим, быть может, самую суть измеримого и предстоящим перед нами лишь в качестве чего-то *требующего* измерения, время, будучи в целом существенно неизмеримым, всегда предстает только как *уже* наделенное некоторой естественной мерой, предстает *уже* разделенным на периоды следующих друг за другом времен года и дней, в движении — и в движениях — небесных часов, которые предусмотрительная природа позаботилась предоставить в наше распоряжение. Не вызывая сомнения в факте своего существования, периоды эти, правда, несколько сгущены, довольно скверно определены, неточны, различны по своей продолжительности. Но какое значение это может иметь в рамках первобытной жизни, жизни кочевой и даже земледельческой? Жизнь протекает между восходом и заходом солнца, с полуднем в качестве точки отсчета. Четвертью часа или даже целым часом больше или меньше — значения не имеет. И только развитая и сложная городская жизнь, исходя из чутких общественных и религиозных потребностей, стала ощущать необходимость в том, чтобы знать время, измерять временные промежутки. Только поэтому часы и возникли. Но даже и после этого повседневная жизнь Греции и Рима ухитрилась избежать размеренной по часам точности (к тому же весьма относительной). Повседневная жизнь текла в русле приблизительности переживаемого времени.

Так же обстояло дело в течение всего средневековья и даже позже. Разумеется, в этом плане преимущество средневековья перед античностью состоит в том, что оно отказалось от часа переменной продолжительности и заменило его часом как постоянной временной единицей. Но «лишком большой потребности в знании этого строго отмеренного часа оно не испытывало. Оно сохраняло, как хорошо сказал Л. Февр, «все обычаи крестьянского общества, которому дела нет до знания точного времени, разве что когда звонит церковный колокол (а вот здесь уж все упорядочено от века), но которое зато хорошо ориентировалось во времени по планетам, животным, прилету и пению птиц: «примерно с восходом солнца» и «примерно с заходом солнца»».

Повседневная жизнь подчинялась природным явлениям, восходам и заходам солнца — вставали рано и рано ложились²². День был скорее подразделен, чем измерен, звоном колоколов, отбивавших «часы» — это скорее были часы-время распорядка церковных служб, чем время, показываемое часами.

Впрочем, историки — и далеко не последнего ранга — указывали на социальное значение этой упорядоченной последовательности актов и обрядов религиозной жизни, которая, особенно в монастырях, подчиняла жизнь строгому распорядку католического культа, ритму, предполагавшему и даже требовавшему подразделения времени на строго определенные интервалы и, следовательно, предполагавшему его измерение. Именно в монастырях для удовлетворения потребностей культа появились и затем рас-

пространились часы; и именно распорядок монастырской жизни, суть которого состояла в *почасовой* регламентации всех ее отправлений, выходя за стены монастыря, постепенно изменял жизнь горожан, переводя ее из плоскости переживаемого времени в плоскость времени измеряемого.

Если и не вся истина, то, во всяком случае, порядочная доля ее заключена в только что приведенной концепции. В знаменитом, походя цитируемом Л. Февром высказывании аббата Телемского «часы созданы для человека, не человек для часов» мы явственно чувствуем отголосок бунта естественного человека против навязывания ему распорядка и рабства регламента. Остережемся, однако, от поспешно принятого и ошибочного вывода, ибо порядок и ритм — еще не мера, а подразделенное время — еще не время измеренное. Мы все еще находимся в мире «приблизительности», в сфере «более или менее»; правда, мы уже на пути, но пока только на пути, к универсуму прецизионности.

Средневековые часы — часы с гириями, изобретение которых было предметом большой гордости средневековой технической мысли, — были только менее точны, вернее, намного менее точны, чем античные водяные часы, по крайней мере в имперскую эпоху. То были (по отношению к монастырским часам это еще более верно, чем по отношению к часам городским) «громоздкие и примитивные машины, которые надо было заводить по несколько раз в сутки» и которые требовали постоянной заботы и присмотра. Они никогда не показывали долей часа, а целые часы отмеряли с такой погрешностью, которая сводила на нет их практическое значение даже для людей современной им эпохи, отнюдь не проявлявших к ним большой требовательности. Поэтому они вовсе не вытеснили из употребления более древние часы. «Во многих случаях ночные сторожа пользовались песочными или водяными часами, заботливо переворачивая их и выкрикивая с высоты башен каждый очередной наступивший час. Крики эти подхватывались и повторялись дозорными в тиши ночных улиц».

Однако, поскольку большие общественные часы XV и XVI вв., часы астрономические и часы фигурные, столь хорошо описанные Уиллисом Милэмом, меньше всего, конечно, могут быть названы простыми и поскольку благодаря применению шпindelного спуска и анкерного колеса они отличались значительно большей точностью, чем старые машины непрерывного хода, постольку они были чрезвычайно редки, ибо из-за столь же исключительной сложности их создание было связано не только с большими трудностями и затратами времени, но и обходилось очень дорого. Настолько дорого, что только такие богатые города, как Брюгге или Страсбург, а также германский император или английский и французский короли могли позволить себе такую роскошь. И почти то же самое можно сказать в отношении домашних часов — настенных гиревых, которые и по громоздкости, и по сложности механизма были уменьшенной копией общественных часов, а так-

яке портативных пружинных (настоельных часов и часов карманных), изобретенных в начале XVI в. Петром Хенлейном из Нюрнберга. Они еще оставались предметами роскоши, очень большой роскоши, а не повседневной практики; и это притом, что маленькие часы, по свидетельству У. Милэма, обладали малой точностью, еще меньшей, чем большие²³. Зато они были очень красивыми, очень дорогими и очень редкими. «Сколько, в частности, во времена Пантагрюэля было обладателей часов? — спрашивает Л. Февр. — Помимо королей и принцев, число их было ничтожно; они были несказанно горды этим и относили себя к числу привилегированных, если под маркой часов владели хотя бы одной из тех клепсидр (чаще водяной, чем песочной), которой Иосиф Скалигер воздал пышную хвалу во второй «Скалигериане», сказав, что часы являются наинovelшим и прекраснейшим изобретением». Поэтому не удивительно, что в XVI в., по крайней мере в его первой половине, время оставалось еще временем переживаемым, приблизительным. И в том, что касается времени и всего прочего, в мышлении человека той эпохи «повсеместно царили фантазия, неточность, неопределенность. Характерный факт: люди даже не знали своего возраста: несть числа историческим деятелям этого периода, которые предлагают нам на выбор три-четыре даты своего рождения, разнящиеся иногда друг от друга несколькими годами». Таков пример человека, не знающего ни своего предназначения, ни меры времени.

Я только что сказал: по крайней мере в первой половине XVI в., так как во второй его половине ситуация существенно меняется. Конечно, неточность и приблизительность еще сохраняют свое господство, но параллельно с ростом городов и накоплением в них богатства или, если угодно, по мере того, как город и городской образ жизни вытесняли деревню и деревенский образ жизни, употребление часов приобретало все большую и большую популярность. И всегда они очень красивы, хорошо сделаны, инкрустированы и... очень дороги. Но часы более не редкость или, точнее, все менее и менее редкость, так что XVII век уже не знает их в этом качестве.

Кроме того, часы эволюционируют, улучшаются, трансформируются. Удивительное умение и изобретательность часовых дел мастеров (отныне составивших независимую и влиятельную гильдию), замена регулировочного колеса шпindelным спуском, изобретение триба и фузеи (или улитки), которые выравнивали и униформировали действие пружины, привели к тому, что из предмета роскоши часы превратились в практически пригодную вещь и начали показывать сравнительно точное время.

В конечном счете точные часы обязаны своим происхождением отнюдь не часовых дел мастерам. Производимые этими последними часы так никогда и не преодолели — и не могли этого сделать — стадию «почти» и уровень «приблизительно». Точные часы, часы хронометрические, имеют совсем другой исток. Они явля-

ются *инструментом*, т. е. порождением *научной* мысли, или, лучше сказать, сознательным продуктом теории. Бесспорно, однажды реализованный, теоретический объект может стать практическим предметом, предметом текущего и повседневного пользования. Бесспорно также, что практические соображения — применительно к занимающему нас случаю проблема определения долготы, решение которой настоятельно диктовалось развитием океанских плаваний, — могли вдохновлять теоретическую мысль. Но природу объекта определяет не тот или иной способ его употребления, а его структура. Хронометр так и остается *хроно-метром*, *времен-мерам*, даже если им пользуются моряки. И это объясняет нам, почему не к часовых дел мастерам, таким, как Йост Бюрги и Исаак Тюре, а к Галилею и Гюйгенсу (а также к Роберту Гуну) восходят выдающиеся изобретения таких точных приборов, как маятниковые часы и часы с балансир-спиралью. Как отмечает Жакеро в своем предисловии к замечательной работе Дефоссе²⁴, посвященной истории хронологии (заслуга этой работы состоит в том, что история хронологии излагается во взаимосвязи с общей историей научной мысли и носит характерное название: «Ученые [а не «часовых дел мастера»] XVII в. и измерение времени»): «Быть может, техники будут удивлены и даже разочарованы той малой ролью, которую в этой истории сыграли часовщики-практики по сравнению с бесконечно более важной ролью исследований ученых. Вне всякого сомнения, практическое осуществление, в общем, было делом первых; но идеи, открытия гнездятся чаще всего в мозгу деятелей науки, хотя большинство из них не рискнет взяться за дело и самим построить приборы, устройство которых придумано ими». Этот на первый взгляд парадоксальный факт объясняется Жакеро и, разумеется, Дефоссе, исходя из достаточно точного и в некотором роде двойного соображения, которое позволяет одновременно понять, почему в последующие столетия ситуация сложилась совершенно противоположным образом.

Соображение это, во-первых, состоит в том, что капитальная потребность в точном измерении времени, испытываемая наукой, астрономией и особенно физикой, не шла ни в какое сравнение с потребностями повседневной жизни и социальных отношений. Если солнечные часы и часы со шпindelным спуском в XVII в. вполне устраивали широкую публику, то этого нельзя было сказать об ученых. Им необходимо было изобрести средство точного измерения. Однако «для такого рода открытия эмпирические методы были непригодны, и только теоретики, которые в эту эпоху тщательнейшим образом создавали теории и устанавливали законы рационалистической механики, были способны это сделать. Таким образом, физики, механики, астрономы, и прежде всего величайшие из них, были озабочены решением этой проблемы по той простой причине, что в первую очередь были сами в ней заинтересованы,

Вторая сторона вопроса, еще более существенная, чем первая, коренится в потребностях мореплавания... Именно в море определение географических координат, определение «точки» нахождения имеет первостепенное значение, ибо без этого никакому путешествию вдали от берегов не могла быть обеспечена безопасность. Если определение широты легко осуществлялось с помощью наблюдений за Солнцем или Полярной звездой, то определение долготы было сопряжено с гораздо большими трудностями... Оно требовало знания точного времени прохождения начального меридиана. Отсчет этого времени надо было постоянно и с большой точностью вести на борту во время плавания, так сказать, хранить точное время. Надо было, следовательно, обладать надежным прибором — «хранителем времени». Две проблемы — измерения и хранения времени, — естественно, теснейшим образом взаимосвязаны. Первая была решена Галилеем и Гюйгенсом посредством применения маятника. Вторая, существенно более трудная... получила точное — по крайней мере в принципе — решение благодаря изобретенной Гюйгенсом системе балансир-спирали.

В течение двух последующих веков речь шла лишь о совершенствовании деталей, ...а не о фундаментальных открытиях. Установлено, что роль техников в этот период ...стала преобладающей».

Я почти согласен с Жакеро и Дефоссе в том, что касается объяснения роли, которую сыграла научная теория в изобретении хронометра, и потому так обширно цитировал их выше. Не так уж часто встретишь физика или техника (Дефоссе — специалист в области производства часов), не зараженного вирусом эмпирической или позитивистской эпистемологии, нанесшей и по сей день продолжающей наносить значительный урон истории технической мысли. Не могу, однако, согласиться с ними *полностью*. В частности, я не верю в преимущественную роль определения именно долготы; я считаю, что Гюйгенс предпринял бы и развил свои исследования маятника и кругового движения, изохронизма и центробежной силы, даже если бы его не побуждала к тому награда в 1000 ливров (которую, впрочем, он так и не получил). Он сделал бы это просто потому, что решение этой проблемы требовало от науки само время.

Если мы вспомним, что для определения величины ускорения Галилей во время своих знаменитых опытов с телом, катящимся по наклонной плоскости, вынужден был пользоваться водяной клепсидрой, по своему строению более примитивной, чем клепсидра Ктеспия (и потому он получал совершенно невероятные величины), и что Риччоли в 1647 г. для исследования ускорения свободного падения тел был вынужден пользоваться «человеческими часами»²⁵, то сумеем представить себе степень непригодности часов, используемых для научных нужд, а также безотлагательную необходимость для физической механики в открытии средства измерения времени. Точно так же начинаешь понимать, почему Галилей был озабочен вопросом: к чему, в самом деле,

владеть формулами, позволяющими определить скорость тела в каждый момент его падения в зависимости от ускорения и протекшего времени, если нельзя измерить ни первое, ни второе?

Однако, для того чтобы измерить время — ибо непосредственно этого сделать нельзя, — необходимо приспособить какое-нибудь явление, которое воплощало бы его наиболее подходящим способом; иначе говоря, это должен был быть либо процесс, который протекал бы равномерным образом (с постоянной скоростью)', либо явление, которое, также будучи равномерным само по себе, периодически воспроизводилось бы в своей равномерности (изохронная повторяемость). Ктесибий ориентировался на первое решение проблемы, поддерживая *постоянный* уровень воды в одном из двух сообщающихся сосудов (реципиенте) клепсидры, в силу чего вода вытекала в другой сосуд с постоянной скоростью. Галилей (и Гюйгенс) ориентировался на второй вариант, открыв в колебаниях маятника феномен неизменной воспроизводимости.

Ясно, однако — или по крайней мере должно быть ясно, — что такое открытие не могло быть плодом эмпирии. Столь же ясным представляется тот факт, что ни Ктесибий, ни Галилей — которых тем не менее историки науки числят эмпириками, восхваляя за то, что с помощью экспериментов они установили ряд вещей, которые *не могут быть* экспериментально установлены, — не могли установить эмпирическими средствами ни постоянства течения процесса, ни изохронности колебательного движения. Не могли по той простой, но вполне весомой причине, что у них напрочь отсутствовало средство, с помощью которого эти характеристики могли быть измерены, другими словами, измерительный инструмент, создание которого как раз могло быть обеспечено либо постоянством протекания процесса, либо изохронностью маятника.

Изохронность маятника Галилей открыл вовсе не в результате наблюдений за раскачиванием большой люстры в Пизанском соборе, ибо она была подвешена там после его отъезда из родного города (хотя вполне возможно, что именно подобного рода наблюдение натолкнуло его на размышление об этом свойстве возвратно-поступательного движения: в легендах почти всегда содержится элемент истины). Он совершил свое открытие, когда па основе рационалистически дедуцированного им закона ускоренного движения занялся математическим исследованием падения тяжелых тел вдоль хорды вертикально установленного круга. И только *после* теоретической дедукции он мог подумать об экспериментальной проверке (целью которой отнюдь не была проверка правильности теоретического вывода, а исследование того, как это падение осуществляется в «природе вещей», т. е. как ведет себя реальный материальный маятник, который колеблется не в чистом физическом пространстве, а в земных условиях и при наличии воздуха). А когда эксперимент удался, он попытался создать инструмент, который позволил бы на практике использовать механические свойства движения маятника.

Именно таким же образом, т. е. в результате чисто теоретического исследования, Гюйгенс обнаружил ошибку в Галилеевой экстраполяции и доказал, что изохронность реализуется не в круге, а на циклоиде; открыть средство реализации — в теории — движения по циклоиде позволили ему чисто геометрические соображения. Вот здесь-то перед ним и встала — точно так же, как и в аналогичном случае перед Галилеем, — техническая или, точнее, *технологическая* задача эффективной реализации, т. е. материального воплощения, открытой им модели. Так что нет ничего удивительного в том, что (как ранее до него у Галилея или после него у Ньютона) у Гюйгенса возникла потребность «самому взяться за дело». Речь, правда, шла о том, чтобы обучить «техников» изготовлению вещей, которых они никогда ранее не делали, и ввести в ремесло, в искусство, в *τέχνη* новые правила нового точного — *επιστήμη* — познания.

История хронометрии демонстрирует нам поразительный (быть может, даже самый поразительный) пример рождения технологической мысли, которая, постепенно распространяясь, изменила саму технологическую мысль и саму техническую реальность, подняв их на новый, более высокий уровень. Это в свою очередь объясняет нам, почему техники, часовых дел мастера XVIII в. смогли улучшить и усовершенствовать инструменты, которые их предшественники не сумели изобрести: смогли потому, что жили в другой технической «атмосфере», или «среде», а также потому, что были заражены духом прецизионности.

Повторю то, что было сказано выше: в мир «приблизительности» прецизионность внедряется посредством инструментов, именно *через посредство создания* инструментов утверждает себя технологическая мысль; именно *для* их создания изобретаются первые *прецизионные* машины. Так что индустрия века палеотехники — века пара и железа, технологического века, когда осуществляется проникновение техники в теорию, — характеризуется точностью своих машин, явившейся результатом как применения науки в промышленности, так и использования энергетических и материальных источников, которые природа предоставляет нам лишь таковыми, какие они есть.

И именно господство теории над практикой характеризует технику периода второй промышленной революции, или, применяя выражение Фридмана, неотехническую индустрию века электричества и прикладной науки. Их слияние характерно для современной эпохи, для эпохи инструментов, обретающих размеры заводов, и заводов, обладающих точностью инструментов.

ПРИМЕЧАНИЯ

Кюге А. Du monde de Γ'a-peu-près" a l'Univers de la précision.— n qff^{AN}q;O⁶ r. Les études [^]histoire de la pensée philosophique. Paris, 1961. p. *ail* d29. Статья впервые была опубликована в журнале "Critique", № 28.

1948; поводом для ее написания послужил выход в свет работ: Mumford L. *Technics and Civilisations*. 4th ed. New York, Harcourt, 1946; Milham W. L. *Time and Timekeepers*. New York, MacMillan, 1945; Défossez L. *Les Savants du XVII-e siècle et la Mesure du Temps*. Lausanne, ed. du Journal suisse d'Horlogerie et de Bijouterie. 1946; Febvre L. *Le Problème de l'Incroissance au XVI-e siècle*, 2-e ed. Albin Michel, coll. L'Évolution de l'Humanité, 1946. В этом же журнале ранее в двух номерах (№ 23, 26, 1948) была опубликована работа А. Койре «Философы и машина», на которую автор ссылается в самом начале данной статьи.

² Говоря «физическая наука», «физика», А. Койре имеет в виду как минимум физику Нового времени. — *Прим. перев.*

³ Конечно, своими исследованиями пяти «движущих сил» (простых машин) греческая наука заложила основы технологии, но отказалась от ее развития. Таким образом, в себе самой античная техника осталась на предтехнологической, пред-научной стадии, несмотря на внедрение многочисленных элементов геометрии и механики (статики) в *тэхνη*.

⁴ Как известно, по мнению Лейбница, это верно не только в сфере биологических наук, но и в физике («Полагаю возможным доказать, что не существует точных телесных фигур», — писал он Фуше в 1668 г. — *Philosophische Schriften*, éd. Gerhardt, vol. I, p. 392); в наше время этого мнения придерживались Э. Бутру и П. Дюгем, настаивавшие на приблизительном характере строгих законов рационалистической механики. В связи с этим см.: Vachélard G. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, 1927, p. 216 ff.; Койре А. *Études galiléennes*. Paris, 1939, p. 272 ff.

⁵ Нет ничего точнее рисунка основания, или капители, или контура какой-нибудь греческой колонны; нет ничего лучше и тоньше рассчитанного, чем пропорции их соотносимых размеров. Но все это навязано природе искусством и так же справедливо применительно к определению размеров зубчатых колес или элементов баллистики.

⁶ Витрувий оставил нам рисунки теодолита, позволяющего измерять горизонтальные и вертикальные углы и, следовательно, определять расстояния и высоты. Точная мера существовала также для взвешивания ценных металлов.

⁷ Здравый смысл не является чем-то раз и навсегда заданным. Так, например, мы больше не видим небесного свода. Точно так же традиционная техническая мысль, каноны ремесла, *тэхνη* могли вбирать в себя — что они и делали в ходе истории — элементы научного знания. В *тэхνη* Витрувия очень много геометрии (и очень мало механики); столько же — или почти столько же — геометрии имеется у механиков, строителей, инженеров и архитекторов средневековья, не говоря уж о Ренессансе.

⁸ Febvre L. *Le Problème de l'incroyance au XVI-e siècle*. 2-éd. Paris, 1946.

⁹ Напомним, что сказал о нем Уильям Гильберт: «Свою философию он создает как лорд канцлер».

¹⁰ Я пользуюсь чрезвычайно образной терминологией Льюиса Мамфорда (см.: Mumford L. *Technics and Civilisation*. 4th ed. New York, 1946).

¹¹ Библиография этих работ содержится, например, в книге: Beck Th. *Beitrag zur Geschichte des Maschinenbaus*. Berlin, 1900.

¹² Что справедливо не только для большинства простых смертных, но даже и для образованных людей.

¹³ Греческая наука не культивировала «логистику», что, несомненно, не помешало ни Архимеду вычислить число π с поразительным по точности приближением, ни другим математикам выполнять почти столь же удивительные по своей точности вычисления. И эти вычисления имели научное значение. В повседневной жизни расчеты были менее требовательными: там считали с помощью жетонов.

¹⁴ Более подробно с этими вопросами можно ознакомиться, например, по следующим работам: История математики с древнейших времен до начала XIX столетия, в 3 т., т. I. М., 1970, с. 254—260; Юшкевич А. П. История математики в средние века. М., 1961. — *Прим. перев.*

¹⁵ Здесь и ния;е А. Койре приводит цитаты по указанной выше книге Л. Февра без указания соответствующих страниц. — *Прим. перев.*

¹⁶ Здесь игра слов: министр финансов Англии называется Chancellor of the Exchequer, а шахматная доска по-французски — échiquier. — *Прим. перев.*

¹⁷ Этому их обучил Галилей.

¹⁸ Не смотря, пока не знают что есть вещь, на которую стоит взглянуть, тем более когда знают, что глядеть не на что. Нововведение Левенгука в принципе заключалось в решении «смотреть».

¹⁹ Подзорная труба — это не телескоп; истинная заслуга Галилея как раз и состоит в том, что он первую превратил во второй.

²⁰ Именно через посредство изобретения и изготовления научных инструментов осуществлялся технический и технологический прогресс, который предшествовал и обеспечил возможность промышленной революции. О производстве научных инструментов см.: Daumas M. *Les instruments scientifiques aux XVII-e et XVIII-e siècles*. Paris, 1953.

²¹ Milham W. *Time and timekeepers*. New York, 1945.

²² Из-за отсутствия освещения.

²³ Что касается портативных часов, часов дорожных и карманных, то они не только были неточными, но, и, как сообщает Джироламо Кардано (в тексте, который, как мне кажется, ускользнул от взора историков часов, и поэтому обращаю на него их внимание), проводили больше времени у часовщика, чем у их потребителя. См.: Cardanus H. *De rerum varietate*. I, IX, çh. XLVII, p. 185 ff. Paris, 1663.

²⁴ Défossez L. *Les savants du XVII-e siècle et la mesure du temps*. Lausanne, 1946.

²⁵ См.: Койре А. *Galilée et l'expérience de Pisé*. — In: *Annales de l'Université de Paris*, 1936; Койре А. *An experiment in measurement*. — In: *American Philosophical Society, Proceedings*, 1952. — *Прим. Койре*. Говоря о «человеческих часах», Койре имеет в виду, что мерой времени в ходе эксперимента была частота пульса экспериментатора; в те более спокойные времена она равнялась (норма) 60 ударам в минуту. К слову сказать, в наше время стрессов и акселераций нормой считается 72 удара в минуту. — *Прим. перев.*