

МЕТРОЛОГИЯ И СТАНОВЛЕНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

METROLOGY AND THE FORMATION OF CIVILIZATIONS

Брянский Л.Н. (N. Bryanskiy)

Начну с определений из «Большой иллюстрированной энциклопедии». Цивилизация — устойчивая развивающаяся система духовных и материальных основ единого общества (социума), начиная с появления городов и государств, делающая его субъектом всемирной истории.

Этнос — исторически сложившаяся общность людей, характеризующаяся культурным единством и самосознанием.

Социум — большая устойчивая общность людей, которая характеризуется единством условий их жизнедеятельности и, вследствие этого общностью культуры, поведения и прочая. Социумом являются общество род племя.

Метрология — наука об измерениях, приводимых к эталонам.

Анализ появления, развития, укрепления и упадка известных исторической науке цивилизаций прошлого и настоящего приводит нас к выводу, что обязательным признаком, скорее даже законом развития прогрессирующей цивилизации является наличие в ней основных признаков метрологической культуры, рациональной системы счисления, наличие системы мер (позднее единиц) опирающейся на эталоны, сначала антропометрические, позднее на эталоны артефакты и в конце концов на эталоны, базирующиеся на основных физические законы. Необходимо и рациональная система метрологического наблюдения и надзора за средствами метрологического обеспечения науки, техники и быта.

Уровень метрологии есть верный признак уровня развития цивилизации в целом. Пренебрежение метрологией предопределяет возникновение трудностей в развитии цивилизации, вплоть до ее гибели, метрология же бессмертна.

К сожалению, далеко не все известные нам цивилизации могут похвастаться одновременным единством территории, социума, культуры и религии. Но именно такое сочетание гарантирует цивилизации жизнеспособность и большой срок существования.

И, наоборот, отсутствие или неполнота такого единства затрудняет развитие и снижает срок существования цивилизации.

Теперь перейду к метрологии. Измерениями, хотя бы примитивными, люди, и даже высшие животные, занимались всегда, начиная с палеолита, если не

раньше. А как обстояло дело с эталонами? Первыми мерами были меры антропометрические. Антропометрическими были и эталоны. Ими служили антропометрические признаки выдающихся людей-героев, царей и ... богов. Могу назвать дюйм, фут, локоть, ярд (расстояние от кончика носа до конца пальца руки одного из английских королей). В эпоху технических революций их заменили эталоны-артефакты — аршины, сажени, фунты и пуды.

Еще раньше появился первый (точнее известный археологам и историкам) общенациональный эталон-артефакт — египетский священный локоть (около 0,5 метра).

Затем пришло время эталонов «взятых из природы». Самый известный, конечно, метр и его вещественное воплощение — архивный метр и, конечно, архивный килограмм, определенный через метр и плотность воды. И последний «крик моды» — эталонирование атомных и внутриатомных процессов (современное определение метра, через скорость света в вакууме и отрезок времени).

А теперь я вернусь к беглому описанию развития метрологии как научной дисциплины. Сразу оговорюсь, что я с большим скептицизмом отношусь к объяснениям появления цивилизаций, развития передовых технологий и даже самого появления человека разумного действиями инопланетян и даже божественных сущностей. Хотя очень соблазнительно на этой основе приписать метрологии статус глобального, даже галактического явления. Оговорю также, что меня не интересуют общепринятые в науке временные рамки палеолита, мезолита и т.д. Для моей цели безразлично, кончился, скажем, палеолит тысячи или миллионы лет назад.

Начну сразу с неолита, когда люди уже владеют речью, объединяются в сообщества, племена, изготавливают примитивные орудия (оружие), строят какие-то жилища. Технология налицо, а где метрология (или протометрология)?

Давайте, подумаем. Уже тогда состоявшиеся охотники, добытчики, мастера изготовления оружия, ответственные за будущее племени, передавали свои навыки и умения молодым. Естественно, древко копья или дротика должно было быть оптимального диаметра и иметь определенную длину и массу. Каменный нож (рубило) должен был удобно хватываться ладонью; еще сложнее были требования к каменному топору и

его топорищу. Все эти «метрологические характеристики» передавались от учителя к ученику, буквально из рук в руки. Что же служило средствами измерений — руки (ладони, пальцы), «локоть». Те протомеры, которые мы называем антропометрическими. А территория, занимаемая племенем, измерялась ногами — шагами. Или, по другому, днями пути. Это еще не метрология, все протомеры индивидуальны, но какой-то наемк все же есть.

Теперь перенесемся во времена древнейших известных нам цивилизаций. Строятся пригоризонтные обсерватории для фиксации моментов зимнего и летнего солнцестояний, равноденствий и других, необходимых для планирования жизни моментов: Стоунхедж в Англии, Акраим в Сибири и строятся дворцы, ирригационные сооружения и храмы. Здесь мы уже имеем дело со слаженной деятельностью больших коллективов. А она возможна только при наличии, хотя бы локальных, мер длины, веса и объема. А это уже метрология. Где-то в это далекое время шаг, локоть и фут постепенно становятся общепринятыми мерами. Люди осваивают понятия о циклических, кем-то предопределенных, интервалах, промежутках времени.

Четыре-пять тысяч лет до нашего времени. На Земле первые цивилизации: Мифическая Атлантида, Ур, Вавилон, Египет, неведомые нам цивилизации Востока и Америки. Метрология активно развивается. Появляются и крепнут общие, и даже межгосударственные меры, и их системы. Их необходимость диктуется необходимостью строительства ирригационных сооружений, храмов, дворцов и гробниц, сбором и учетом даней с побежденных народов и налогов от «своих и чужих»; внедрения единообразного оружия, необходимости планирования сельскохозяйственных работ.

Теперь быстренько проследим события, относящиеся к третьему, второму тысячелетиям до нашей эры. Получается интересная картина. На фоне стремительно расширяющейся Ойкумены (известной древним ученым обитаемой территории Земли), возвышения и падения известных и неизвестных цивилизаций, кровопролитных войн, верхнее звено метрологии пребывает в благодушном спокойствии. Вавилонская (Халдейская) система, базирующаяся на футах, квадратном и кубическом фу-

те, таланте, объемном и весовом, стадии, неспешно завоевывала государство за государством с небольшими модификациями (например, в Египте фут заменился локтем). Шестидесятирично-двенадцатиричная системы счисления и мер развивались и крепили, фактически, дожили до наших дней. Появились и совершенствовались первые средства измерений: гномон, простые и сложные солнечные часы, водяные часы, мерные линейки и веревки, весы и гири, меры объема жидких и сыпучих тел. Множилась номенклатура монет, служивших одновременно мерами веса (массы). В различных регионах, правда, появлялись многочисленные местные меры, но основа системы мер и счисления осталась неизменной до наших дней, появилась нужда в законодательной поддержке метрологических операций.

С крушением Вавилонской, Древнеегипетской, Римской империй, с наступлением средневековья все своеобразно трансформировалось. В каждом мини- и микрогосударстве появились свои меры, свои монеты, но общая структура системы мер осталась неизменной. Мы привыкли свысока смотреть по этому поводу на жителей Европы. Но все ли они заслуживали сожаления? Большинство «простого народа» проводило всю свою жизнь в пределах ограниченного «микрорайона» и ничего не знало о других мирах и мерах. Разнообразие внесли войны и странствующие торговцы, развивались фундаментальные науки. А кое-кто успешно «ловил рыбку в мутной воде» локальных мер, приумножая свои состояния.



Наряду с воцарением различных мер, появлялись и шкалы измерений. Богатый материал содержит Ветхий Завет — книга, содержание которой начало формироваться несколько тысяч лет назад. Помните: «и был вечер, и было утро — день первый». Комбинированная шкала наименований и порядка. Адам, давая имена всем тварям земным, создал задолго до Линнея обширную шкалу наименований. На базе уже упомянутых пригоризонтных обсерваторий (Стоунхедж, Акраим и т.д.) создавались шкалы интервалов времени и плоских углов. Шкалы длины на основе шагов, саженой, туазов, верст и миль работали не на много хуже будущих шкал на основе метров и километров. Аддитивные шкалы масс (отношений)

неплохо себя чувствовали на основе фунтов, талантов, стоунов и довольно свободно обходились без килограммов.

Безусловно, последующие когерентные системы единиц, построенные по десятичному принципу, удобнее, хорошо компьютеризуются, но не более того. Делу обеспечения единства измерений прежние системы тоже служили верой и правдой. Хотя, почему «служили»? Имперская система фут-фунт-секунда продолжает свое служение и сегодня.

Еще один нюанс. Во многих книгах о метрологии можно прочесть, что долгие тысячелетия метрология была наукой пассивной, которая довольствовалась описанием различных мер и нахождением соотношений между ними, и что современная, активная метрология началась с разработки и внедрения метрической системы 1799 года. У меня это положение вызывает определенные сомнения.

А теперь я займусь необычным и достаточно трудным делом — сопоставлением судеб цивилизаций, которые в моем определении в начале статьи снабжены примечаниями «не всегда» и параллельной судьбой метрологии. Повторю. Речь пойдет о 17-20х веках. Первыми лишились статуса «великих» Испания и Португалия, у которых размеры метрополий были ничтожны в общем счете и нельзя было говорить о единстве этносов, исчезла Австро-Венгрия, которую не стеснясь называли «лоскутной империей». Африка, не знаю на благо или на беду людей, освободилась от колониализма. Начался распад, наверное, самой сильной в истории человечества, империи — британской (она повторила судьбу римской империи, по сходным причинам). В Европе распалась Югославия. Появилось множество мелких государств. Можно подумать, что в чем-то возвращается средневековье. Наконец, распался СССР «объединивший, слишком различные этносы и верования». Продолжаются центробежные тенденции в Испании (Каталония, Баскония) в Великобритании (Ирландия, Шотландия, южный Уэльс), даже в США крепнут сепаратистские настроения в ряде штатов. Правда, образовалась единая Европа, где тоже все не всегда. Дай боже ей долгих лет жизни.

«Принятие метрической системы в 1799, подписание метрической конвенции в 1875 г.»

Для многих, только слегка прикоснувшихся к истории мировой метрологии эти два эпохальных события почти неразличимы, сливаются в единый гигантский шаг в развитии метрологии. А так ли это на самом деле? Попробуем разобраться.

Параллельно с этими процессами в мире шла и техническая (технологическая) революция. Ведь наука это мощный двигатель для метрологии.

Разгоралась заря электричества. Строились электромоторы и генераторы, линии электропередач. Наряду с промышленными дисциплинами развивались науки: физика, химия, биология, астрономия. Продолжалась эпоха географических открытий: Африку «открывали» экспедиции Ливингстона (1846-1873 гг.) и Стэнли (1872-1884 гг.).

В 1909 г. американец Роберт Эдвин Пири впервые достиг Северного полюса, а в 1911 году — сто лет назад, или всего 100 лет назад, экспедиция норвежца Рауля Амундсена покорила Южный полюс.

И вот в это непростое время у группы «бессмертных» французских академиков родилось убеждение, что в эпоху начинающейся глобализации (я не знаю, был ли в те времена, около 1790 года, в ходу этот термин) для всех государств Земли, для облегчения согласованного взаимодействия, необходим резкий скачок в развитии метрологии, нужна единая система мер, не зависящая от «рук человеческих».

В такой обстановке и родился известный тезис о необходимости разработки системы мер, опирающейся на неизменный прототип, взятый из природы, с тем, чтобы ею могли пользоваться все нации.

Иными словами, система должна быть предельно простой, опирающейся на один прототип и этот прототип не может быть ни одной национальной мерой, во избежание непреодолимых политических препон. Как известно, прототипом была определена мера длины. Это решение даже не обсуждалось в метрологической литературе и считается само собой разумеющимся. Похоже оно обусловлено даже генетически (для человека).

Я все же попытаюсь пояснить это решение. Французские академики, конечно, знали, что все системы мер прошлого и настоящего опирались (опираются) на меру длины — локоть, фут, ярд, аршин, туаз и т.д. На основе меры длины просто получать меры площади и объема, а если привлечь значение плотности простого природного вещества, например воды, и меру веса (массы) — весовой талант древних и другие меры веса. На роль прототипа претендовали: угловой размер солнечного диска, длина секундного маятника и некая доля длины земного меридиана. Первым из борьбы выбыл солнечный диск: наблюдать Солнце трудно (специальных солнечных телескопов тогда не было); края диска нечетки, размыты; орбита Земли — не окружность, а эллипс, следовательно, видимый диаметр Солнца непостоянен. Далее, Земля, как известно, вращается вокруг своей оси. Поэтому напряжение силы тяжести, а следовательно, длина секундного маятника различна на разных широтах. Отпал и маятник. Оставалась идея Лапласа — доля земного меридиана. О том, что Земля — это шар было известно еще с древних времен, но насколько правилен

этот шар и насколько правильно определены его размеры, нужно было проверить. В XVIII веке Франция организовала ряд экспедиций, которые возглавляли те же академики, они измерили (в туазах) размеры дуги меридиана в один угловой градус на нескольких широтах и для нескольких меридианов и такую же дугу экватора и убедились, что Земля с достижимой точностью — действительно шар, и его размеры определены достаточно надежно. И шар можно было принять за фигуру земли. Теперь можно сформулировать определение (еще не размер) новой меры, получившей название «метр» (от *metron* — мера).

Я полагаю, что французские академики позаботились и о том, чтобы новая мера была достаточно антропометричной, и не слишком отличалась от аршина, ярда, половины сажени и туаза. Ведь чем привычнее, удобнее размер меры, тем легче и быстрее он получит общее признание. Отсюда известное всем определение: «метр равен одной десятиллионной части четверти земного меридиана, проходящего через Париж». Забегая вперед, скажем, что с этой предварительной задачей создатели будущей системы справились хорошо. Метр получился равным 0,51317 туаза, т.е. отличается от половины туаза всего на 2,6%; от ярда — на 9%. Россия их явно интересовала меньше. Разница между метром и аршином составила целых 29%, но от полусажени всего 7%.

Теперь вернемся к определению метра. Почему в нем присутствует фраза «проходящего через Париж»? Возможны два объяснения. Первое — патриотизм: «Мы дарим новую меру всему миру, но мир должен знать и помнить, что родилась она во Франции». Второе — академики в глубине души сомневались в том, что все меридианы совершенно одинаковы. Что правильнее, мы вряд ли узнаем.

А теперь поднимем руку на святая святых и попробуем переписать определение метра в современном стиле: «Метр таков (или может быть таков), что длина 90° дуги парижского меридиана равна 10 миллионов метров».

Так что, метр это мера угловая, а не только мера длины? Не торопитесь возмущаться. Угловые меры и одновременно меры длины известны давно. Географическая миля равна 1/15 или четырем минутам меридиана — 7,408 километра.

Следующая мера — французское дOMETРИЧЕСКОЕ ЛЬЕ 1/25 градуса (углового, конечно, меридиана 4,44 км) сейчас почти забыта.

Французы поторопились заменить его метрическим лье, равным 4 км. Российские переводчики переводят название романа Жюль Верна о капитане Немо и Наутилусе — 20000 лье под водой как 80000 км под водой и убеждены, что Верн, горячий сторонник метрической системы, имел ввиду именно метрическое лье. Цифра 8800 км как-то не впечатляет.

Следующая мера, допущенная к применению наряду с мерами и единицами СИ, это морская миля, одна минута мерилена, 1852 м. Мера очень удобная для морской и воздушной навигации.

Моряки применяют еще одну меру длины — одну десятую морской мили, кабельтов — 185,2 м (так же называется довольно толстый канат). Интересно, что размер кабельтова очень близок к размеру древнего стадия.

Нетрудно подсчитать, что метр близок к 1/30 угловой секунды меридиана. Если вспомнить что чем меньше угол, тем ничтожнее разница и между длиной дуги и длиной хорды, и все становится на места.

Можно выразить метр через туаз 0,513074155 туаза. Но, по сути дела, это соотношение (неоднократно опубликовавшееся) нужно было только при изготовлении и исследовании артефакта — «архивного метра» — концевой меры — линейки длиной 1 метр и сечением 25x4 мм из ковanej платины (плавить большие массы платины в 1799 году еще не умели).

К сожалению, не удалось выяснить, какими инструментами пользовались при аттестации архивного метра.

К началу XIX века фигура Земли уточнилась. Шар уже перестал удовлетворять ученых. Появился термин — геолоид — Земля имеет форму Земли. Сейчас, в эпоху радиолокации, спутников и внеатмосферных телескопов, можно уточнять «по частям» параметры геолоида, а тогда это была скорее философская категория. Практически, за фигуру Земли стали принимать «сфероид» (эллипсоид вращения).

Брокгауз и Ефрон (том 18, 1904 г.) приводят его размеры: длина меридиана 40007,47 км; экватора 40075,22 км. Параметры сфероида были уточнены Фридрихом Вильгельмом Бесселем около 1836 года и использовались около 100 лет.

Теперь займемся килограммом. Название не слишком удачное, т.к. содержит в себе приставку «кило», а две приставки в настоящее время использовать не рекомендуется. Поэтому тонна — килокилограмм оказалась вроде как внесистемной.

Все помнят определение: килограмм равен массе одного кубического дециметра воды при температуре ее максимальной плотности.

Итак, событий в политике, географии, науке и технике в последние века было очень много. А что делалось в метрологии? Безусловно в передовых промышленных странах (Англии, Франции, Германии, США, России) сильно возрастал уровень метрологического обеспечения на основе метрической системы мер, а в масштабе всей земли: Имперская система фут, фунт, секунда существуют по сей день в полном здравии. Другими метрологическими собы-

тиями было принятие метрической системы мер 1799 года и подписание метрологической конвенции 1875 года. При этом было определено точное соотношение между метрическими и прежними мерами: метром и дюймом, футом и аршином, русскими, английскими фунтом и килограммом. Наследница метрической системы интернациональная система единиц СИ тоже продолжает здравствовать, не подвергаясь заметным изменениям. Естественные системы остаются факультативны. Все сказанное позволяет сделать следующие выводы. Метрология является неизбежным, обязательным спутником любой цивилизации, одним из основных законов ее развития.

Уровень метрологии очень верный и объективный «маркер» уровня развития. Нет метрологии — нет цивилизации. Цивилизации в целом. Чем он выше, тем жизнеспособнее цивилизация, тем больше отличается от нуля производная ее развития. Метрология бессмертна, она способна даже пережить породившую ее цивилизацию. Достаточно вспомнить систему мер древнего Вавилона, Египта, Греции, Рима и т.д. до метрической системы и современной СИ. Все они однотипны, все основаны на мере длины. Я даже рискну сказать, что если будет найдена земная наземная цивилизация с системой мер, базирующейся не на мере длины, то в этой цивилизации можно и нужно искать влияние инопланетян.

Полагаю, что мне удалось показать, что метрология, ее становление и развитие — это один из общих законов, признаков становления и развития любой человеческой цивилизации.

Полезно знать и помнить, что основные единицы СИ уже не связаны с размерами земли, а что сама СИ так и не стала единственной интернациональной системой нашего мира. Повторю, что имперская система фут, фунт, секунда успешно с ней конкурирует.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Большая иллюстрированная Энциклопедия». Издательский дом «АиФ».
2. Брянский Л.Н. Позвольте усомниться. Законодательная и прикладная метрология, 2007, № 6.
3. Брянский Л.Н. От метрической системы до метрической конвенции 1791-1875 гг. Контрольно-измерительные приборы и системы, 2011, № 2.
4. Брянский Л.Н. Волшебное зеркало метрологии. Законодательная и прикладная метрология, 2008, № 1. 

Metrology, its formation and development is one of the general laws, formation signs and development of any human civilization. The present article contains detailed facts proving the close correlation between these two concepts.